Bayerische
Staatsbibliothek
München

DIE

BESTÄNDIGE BEFESTIGUNG

UND

DER FESTUNGSKRIEG.

NACH DEN NEUESTEN QUELLEN BEARBEITET.

II. BAND.

FORTIFICATORISCHE CONSTRUCTIONEN UND ENTWÜRFE.

HIEZU 8 TAFELN.

VON

MEHREREN K. UND K. OFFICIEREN.

ZWEITE AUFLAGE.

WIEN 1894.

IM SELBSTVERLAGE, DURCH DIE REDACTION DER „MITTHEILUNGEN", WIEN, VI., GETREIDEMARKT 9.

IN COMMISSION BEI R. V. WALDHEIM, WIEN, II., TABORSTRASSE 52.

DRUCK VON R. V. WALDHEIM

ALLE RECHTE VORBEHALTEN.

Inhalts-Verzeichnis.

I. Abschnitt.

Kriegsbaukunst.

Seite

I. **Geschosswirkung gegen fortificatorische Objecte** 1
   A. Die Auftreffwirkung 2
   B. Die Sprengwirkung 11
II. **Hindernisanlagen.**
   A. Mauern.
      1. Freistehende Mauern 18
      2. Anliegende Mauern.
         a) Escarpe-Mauern 21
         b) Contreescarpe-Mauern 24
   B. Sonstige Hindernisse.
      a) Eiserne Hindernisgitter 25
      b) Drahthindernisse 27
      c) Hecken 28
III. **Hohlbauten.**
   A. Construction mit Rücksicht auf die Geschosswirkung 29
      1. Hohlbauten gegen schwere Bomben.
         a) Decken. Gewölbe. Horizontale Decken. Sonstige Deckenconstructionen 30
         b) Seitenwände 40
      2. Hohlbauten gegen leichtere Geschosse.
         a) Decken 43
         b) Seitenwände 43
   B. Bautechnische Rücksichten für die Construction.
      a) Decken 43
      b) Widerlager und Seitenwände 55
IV. **Detail-Constructionen.**
   Scharten im Mauerwerk 57
      1. Gewehrscharten 58
      2. Geschützscharten 61
   Licht- und Luftöffnungen, sowie Anlagen für die Ventilation 66
   Thore und Thüren 69
   Brücken, Rampen, Stiegen und Poternen 70
   Geschütz- und Munitions-Aufzüge 75

Seite

Künstliche Beleuchtung.
1. Allgemeines 78
2. Elektrische Beleuchtung und Apparate für dieselbe.
A. Vorfeldbeleuchtung 79
B. Innenbeleuchtung 86
C. Elektrische Grabenbeleuchtung 87
Elektrische Ventilatoren 88
Telephone und Telegraphen 90
Elektrische Läutewerke 93
Sprachrohre 94
V. Anordnung der verschiedenen Räume.
A. Vertheidigungs-Räume.
1. Escarpe- und Contreescarpe-Casematten, bezw. Galerien 95
2. Grabenkoffer 96
3. Grabenflankierungs-Anlagen in der Contreescarpe 98
4. Casematten für Kampfgeschütze 99
B. Unterkünfte.
Wohn-Casematten und Nebenräume 101
Bereitschaftsräume und Unterstände 104
C. Magazine.
Proviant-Depots 105
Anlagen für die Wasserversorgung 105
Brennmaterial-Depots 107
Material- und Requisiten-Depots 108
Kriegs-Pulver- und Munitions-Magazine.
Zweck und Eintheilung 108
Deponierung und Raumermittlung 109
Bemessung der Munition 120
Bauliche Anordnung und besondere Vorsorgen 121
Beispiele 124
VI. Einrichtung offener Wälle 125
VII. Fortificatorische Wasserbauwerke.
A. Wasserwerke 130
B. Entwässerungs-Anlagen 134

Leithner:

II. Abschnitt.

Panzer.

Zweck und Untertheilung 137
Widerstandsfähigkeit der Panzer.
1. Schweißeisen 139
2. Flusseisen 147
3. Stahlpanzer 147
4. Compound-Panzer 148
5. Harvey-Platten 148
6. Hartguss 148

Seite

Einfluss des Auftreffwinkels 149
Widerstandsfähigkeit von Lamellen-Panzern und von Hinterlagen aus Holz . . 152

Drehbare Panzer.

Vor- und Nachtheile. Eintheilung 152
1. Die Panzerhaube.
a) Beanspruchung, Material, Gestalt, Ausmaße und Gewicht 156
b) Nebenbestandtheile der Panzerhauben 165
c) Innere Gliederung und Auflager der Panzerhauben 171
2. Der Vorpanzer 174
3. Die tragende Construction. (Der Blechunterbau) 177
4. Drehvorrichtungen 179
5. Nebenbestandtheile drehbarer Panzer 184

Beispiele drehbarer Panzer.

1. Panzerthürme mit Laufvorrichtung.
a) Panzerthurm für zwei 12*cm* Kanonen 188
b) Hartguss-Panzerthurm für zwei 15*cm* Kanonen L/25 191
c) Panzerthurm für zwei 15*cm* Kanonen ohne Rücklauf 192
2. Panzerthurm mit Central-Pivot 194
Gepanzerter Stand für Scheinwerfer 196
3. Panzerlafetten.
a) Gewöhnliche Panzerlafetten.
Panzerlafetten für eine 15*cm* Haubitze 199
„ „ „ 12*cm* Schnellfeuer-Haubitze 201
Gepanzerter Beobachtungsstand 202
b) Fahrbare Panzerlafetten 203
c) Panzerstände für Mörser.
Panzerstand für 21*cm* Mörser 205
„ „ 12*cm* Mörser 206
4. Drehbare Panzerkuppeln.
Drehkuppel für einen 15*cm* Mörser 206
„ „ eine 7·5*cm* Schnellfeuer-Kanone 207
„ „ „ 15*cm* Haubitze 210
„ als Beobachtungsstand 210
5. Heb- und senkbare, dann schwingende Panzer.
a) Heb- und senkbare Panzerlafette für eine 5·7*cm* Schnellfeuer-Kanone 211
b) Andere Gattungen heb- und senkbarer Thürme 214
Der schwingende Panzerthurm von Mougin 217

Panzer-Casematten und Panzer-Schilde 219

Beispiele von Casematten-Panzern.

Panzer-Casematte für 12*cm* Kanonen 221
Traditor-Casematte für eine 7·5*cm* Schnellfeuer-Kanone 223
Panzer Casematte als Flankierungs-Koffer für Schnellfeuer-Kanonen (Nach Brialmont) 223
Panzer-Casematte als Schulterkoffer für fünf Gewehrlafetten 224
Panzerdeckung für Mitrailleusen-Koffer (auch mit theilweiser Wirkung in das Umterrain) 224

Schlussbetrachtungen über Panzer 225

Leithner:

III. Abschnitt.

Seite

Entwurf beständiger Befestigungen.

Entwurf von Gürtelfestungen 232
Vor-Project 232
Detail-Entwurf.
Entwurf der Gürtelwerke 238
Entwurf des Noyaus 247
Entwurf von Sperren 248

Anhang.

Panzermaterialien.

I. Schweißeisen-Panzer 249
II. Flusseisen-Panzer 251
1. Rohflusseisen-Panzer 251
2. Flusseisenguss-Panzer 255
3. Gewalzte Flusseisen-Panzer 265
III. Panzer aus Stahl und dessen Legierungen 269
1. Panzer aus reinem Stahl 269
2. Nickelstahl-Panzer 272
IV. Compound-Panzerplatten 276
1. Aus Stahl und Eisen 276
2. Aus Stahl und Flusseisen 281
V. Panzerplatten mit Oberflächenhärtung 283
VI. Hartguss-Panzer 287

Einleitung.

Wie in der Einleitung zum I. Bande betont, umfasst dieser II. Band die Beschreibung und Besprechung aller Detailformen und Elemente fortificatorischer Bauten, deren Kenntnis für das Verständnis, für die Wertschätzung, sowie für die Construction und den Entwurf beständiger Befestigungen nothwendig erscheint, ohne sich aber mit der Auseinandersetzung allgemein üblicher technischer Regeln abzugeben.

Dieser II. Band ist eine Arbeit mehrerer, theilweise aufgebaut auf die seinerzeit im engeren Kreise veröffentlichten Vorträge des Herrn Oberstlieutenants des Geniestabes Albin Juda, welcher dieselben in freundlichster Weise zur Verfügung gestellt hat.

Die einzelnen Theile wurden von den folgenden Herren des Geniestabes bearbeitet:

Der I. Abschnitt von Hauptmann Karl Brandtner; hieraus das Capitel über elektrische Anlagen von Hauptmann Karl Exler;

der II. und III. Abschnitt von Oberstlieutenant Ernst Freiherr von Leithner;

den Anhang über Panzermaterialien bearbeitete Oberstlieutenant Viktor Tilschkert.

Außer den schon im I. Bande angeführten beiden Herren, welche sich an der Redaction des Werkes betheiligten, hatte Hauptmann Josef Fornasari Edler von Verce die Freundlichkeit, die Zusammenstellung der Plantafeln über Panzer durchzuführen.

Wien, im Mai 1894.

Für die Verfasser: Oberstlieutenant Freiherr von Leithner.

I. Abschnitt.

Kriegsbaukunst.

I. Geschosswirkung gegen fortificatorische Objecte.

Die Kriegsbaukunst hat die Aufgabe, die von der Befestigungskunst verlangten Bauwerke zu entwerfen und auszuführen.

Solche Bauwerke haben einen besonderen Charakter, der in erster Linie durch die Forderung nach ausreichender Widerstandsfähigkeit gegen gewaltsame Zerstörung seitens des Gegners bedingt wird.

Indem der Gegner hiebei zumeist das Geschützfeuer — als das im allgemeinen wirksamste Zerstörungsmittel — anwendet, müssen diese Constructionen vor allem entsprechende Sicherheit gegen die Wirkung von Geschütz-Projectilen darbieten. In besonderen Fällen kann es auch nöthig werden, Vorkehrungen gegen das Demolieren durch (zumeist freie) Minen zu treffen.

Nachdem die Objecte des Kriegsbaues in ihrer Construction vornehmlich durch die Geschosswirkung bestimmt werden, so wird vor allem diese in dem angedeuteten Zusammenhange betrachtet, um sodann einerseits die Größe der erwähnten Wirkung in den einzelnen vorkommenden Fällen feststellen, anderseits Regeln für die Stärkebemessung der Constructionen ableiten zu können. Zum Schlusse dieser Erörterung folgen einige Tabellen, enthaltend die Ergebnisse von Versuchen über die Geschosswirkung gegen Erd- und Mauerwerks-Constructionen.

Die Geschossgattung, welche gegen fortificatorische Objecte in erster Linie zur Anwendung kommt, ist das Hohlgeschoss. Bei demselben sind zwei Wirkungen zu unterscheiden:

A. Die Auftreffwirkung, bezw. Fall- oder Percussionswirkung des Geschosses selbst, und

B. die Sprengwirkung der im Geschosse enthaltenen Sprengladung.

Der Effect dieser Wirkungen in einem bestimmten Falle ist einerseits von der Construction des Geschosses und von dessen ballistischen Verhältnissen, anderseits vom Widerstande des getroffenen Mediums abhängig. In der Anwendung bilden die ersteren die bekannten und auch zu regelnden Factoren, während der Widerstand des Mediums zumeist erst durch Versuche erhoben, oder aus solchen abgeleitet werden muss.

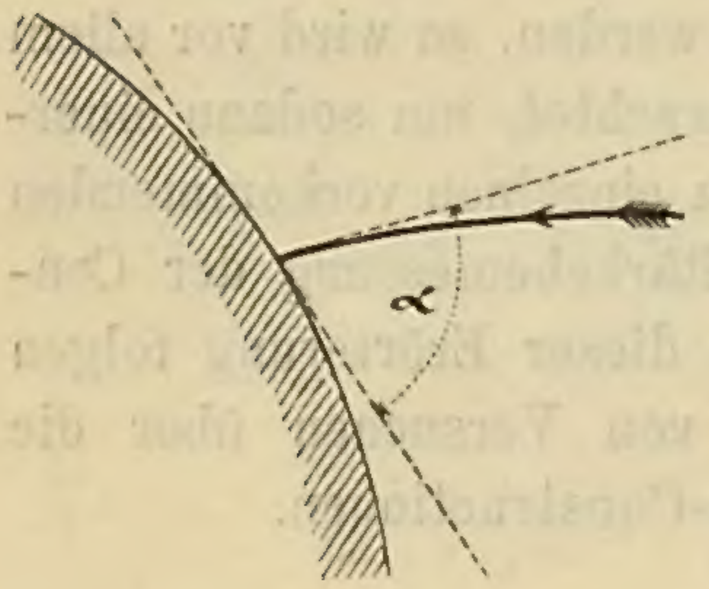
Die Summe der beiden unter *A* und *B* genannten Wirkungen ergibt die Gesammtwirkung, welche naturgemäß am größten wird, wenn jede der nacheinander auftretenden Einzelwirkungen zur vollen Entfaltung gelangt; es soll daher auch jede der beiden Wirkungen für sich allein betrachtet werden.

A. Die Auftreffwirkung.

Unter der Auftreffwirkung wird hier immer jene verstanden, welche dem blind gehenden oder mit einer entsprechenden Zündverzögerungs-Vorrichtung versehenen Geschosse zukommt.

Sie äußert sich an dem getroffenen Medium, je nach der Art des letzteren in verschiedener Weise: als Verdrängen und Abtrennen eines Theiles des getroffenen Körpers; dann als Eindringen des Geschosses in das zu zerstörende Object; endlich als Erschütterungen und Wirkungen abseits der Treffstelle (Erzeugung von Rissen und Sprüngen).

Die auf diese Wirkung Einfluss nehmenden Factoren des Geschosses und der Flugbahn desselben bilden:



1. Die Auftreff-Energie E[1]) des Geschosses.

2. Die Construction des Geschosses überhaupt, insbesondere die Form und das Material desselben.

3. Der Auftreffwinkel. Darunter soll jener Winkel verstanden werden, welchen die Tangente an die Flugbahn im Auftreffpunkte mit der Oberfläche des getroffenen Körpers, bezw. mit der Tangentenebene an letzteren im Treffpunkte, einschließt.

---

[1]) E in $mt = \frac{1}{10^3} \cdot \frac{p v^2}{2g}$.

p = Gewicht des Geschosses in kg;
v = Auftreffgeschwindigkeit in m;
g = die Beschleunigung der Schwere = $9{\cdot}81m \doteq 10m$.

Zu 1. Die Auftreff-Energie repräsentiert die Gesammtarbeit, welche beim Auftreffen des Geschosses geleistet werden kann. Würde jene ganz auf eine bestimmte Zerstörungsarbeit gegen den getroffenen Körper aufgewendet, so wäre sie auch das Maß für letztere, demnach eine der anderen directe proportional.

Thatsächlich trifft jedoch diese Voraussetzung nicht zu. Die vom Geschosse geleistete Gesammtarbeit besteht nebst der beabsichtigten Hauptarbeit, oder der nutzbaren Zerstörungsarbeit, noch aus verschiedenen Nebenarbeiten, welche sich als Veränderungen des Geschosskörpers — möglicherweise bis zum Zerschellen desselben —, Erwärmung des letzteren und der nächst gelegenen Theile des getroffenen Mediums, Bewegung des getroffenen Körpers als Ganzes, u. s. w. äußern.

Die Vertheilung der Gesammtarbeit des Geschosses auf die bezeichneten Haupt- und Nebenarbeiten hängt wohl in erster Linie von der Natur des getroffenen Mediums ab. Eine strenge Gesetzmäßigkeit in der Geschosswirkung kann aber, selbst bei Voraussetzung gleicher Medien, nicht angenommen werden; hier sind mannigfache und nicht vorherzusehende Umstände mehr oder weniger einflussnehmend; ferner kann sich die für die Zerstörung des getroffenen Körpers wirklich aufgewendete Energie, unter ganz ähnlichen Verhältnissen, in nicht genau feststellbarer Weise äußern: einmal mehr als locale Wirkung (Eindringen in das Medium und Abtrennen von Theilen desselben), das andermal mehr nicht local (Erschütterung, Erzeugung von Rissen u. s. w.).

Auf theoretischem Wege [1]) lassen sich zwischen der Auftreff-Energie und den von dieser beim Auftreffen zu leistenden Arbeiten (zu überwindenden Widerstände) allgemeine Beziehungen aufstellen; die quantitative Vertheilung der ersteren auf die letzteren muss hingegen für jedes Mittel durch Versuche erhoben werden.

Wird von dem, durch die erwähnten Nebenarbeiten absorbierten Theile der Geschoss-Energie (dem Energie-Verluste) abgesehen, und nur die Nutzarbeit am Medium beim Eindringen des Geschosses betrachtet, so zerfällt selbe in eine statische und eine dynamische Arbeit. Statische, von der Geschwindigkeit unabhängige Arbeit, zur Trennung des molekularen Zusammenhanges, zur Verdichtung, zur Überwindung der Reibung u. s. f.; dynamische, von der Geschwindigkeit abhängige Arbeit, um den Theilen des Mediums Bewegung zu ertheilen.

---

[1]) Die folgenden Erörterungen zu 1) sind dem im 1. Hefte des Jahrganges 1893 der „Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens“ erschienenen Aufsatze: „Beiträge zur Theorie der Wirkung der Geschosse“, von Nikolaus R. v. Wuich, Oberst des Artilleriestabes, entnommen.

Die statische Arbeit setzt sich zusammen aus der Arbeit zur Überwindung des Umfangswiderstandes und jener des Querschnittswiderstandes am Geschosse.

Sei w_u der specifische, d. h. auf die Längeneinheit des Umfanges, ferner w_q der specifische, d. i. auf die Einheit der Querschnittsfläche entfallende bezügliche Widerstand, so erhalten wir als Ausdruck für die statische Arbeit die Summe:

$$a.2\,R\,\pi\,w_u + b.R^2\,\pi\,w_q,$$

worin a und b vom getroffenen Medium abhängige Constante, R den halben Caliber bedeuten.

Die dynamische Arbeit kann nach der Theorie des Luftwiderstandes, dem Geschoss-Querschnitte und dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional gesetzt werden, ist also gleich $c.R^2\,\pi.v^2$; c gleichfalls eine Constante.

Somit ergibt sich der Gesammtwiderstand

$$W = a.2\,R\,\pi.w_u + b\,R^2\,\pi\,w_q + c\,R^2\,\pi\,v^2 \quad \ldots\ldots 1).$$

Bei Erde, Holz und Mauerwerk überwiegt der Widerstand im Querschnitte jenen am Umfange derart, dass letzterer gegenüber dem ersteren vernachlässigt werden kann, weshalb für die genannten Materialien:

$$W = b.R^2\,\pi.w_q + c\,R^2\,\pi\,v^2 \quad \ldots\ldots\ldots 2)$$

wird.

Bei Eisen kann die dynamische Arbeit gegenüber der statischen vernachlässigt werden, und es wird für dieses Material

$$W = a.2\,R\,\pi\,w_u + b.R^2\,\pi.w_q \quad \ldots\ldots\ldots 3).$$

Je nach Form des Geschosses kann im letzten Falle der Umfangswiderstand oder der Querschnittswiderstand den anderen derart überwiegen, dass einfach $W = 2\,R\,\pi.w_u$, bezw. $W = R^2\,\pi\,w_q$ gesetzt werden kann.

In der Folge sollen nur die ersterwähnten Materialien: Erde, Holz und Mauerwerk, in Betracht gezogen werden [1]).

Wird mit W_s der pro Querschnitts-Einheit entfallende, sogenannte specifische Widerstand bezeichnet, so folgt aus 2)

$$W_s = \frac{W}{R^2\,\pi} = b.w_q + c\,v^2$$

und daraus $W = W_s.R^2\,\pi \quad \ldots\ldots\ldots\ldots 4).$

Die folgende Tabelle enthält für die im Kopfe derselben beschriebenen Materien die specifischen Widerstände, welche sich aus

---

[1]) Bezüglich Eisen, siehe Abschnitt „Panzer".

dem, für jedes Material constanten, specifischen statischen, und dem nach Material und Geschwindigkeit veränderlichen, specifischen dynamischen Widerstande zusammensetzen.

Der specifische statische Widerstand beträgt hier für Erde 70*kg*, für Mauer 440*kg*, für Holz 208·5*kg* pro cm^2; werden diese Größen von den Tabellenwerten abgezogen, so erübrigen die specifischen dynamischen Widerstände.

Tabelle der specifischen Widerstände (*kg* pro cm^2).

Geschoss-geschwindigkeit v in m	Erde, bestehend aus Garten- (Damm-) Erde, Lehm und Sand zu gleichen Theilen	Mauer aus behauenem Sandstein von guter Qualität	Holz: u. zw. Eichen-, Buchen-, Weißbuchen- und Eschenholz von guter Qualität
120	130	535	268
140	152	569	290
160	178	609	314
180	206	654	343
200	238	704	375
220	273	759	409
240	312	820	448
260	354	886	489
280	399	957	534
300	448	1.034	582
320	500	1.116	634
340	556	1.203	689
360	614	1.295	747
380	676	1.391	809
400	742	1.496	873
420	810	1.604	941
440	883	1.718	1.022
460	959	1.837	1.088
480	1.038	1.961	1.166
500	1.120	2.090	1.246

Anmerkung. Bei Schmiedeeisen beträgt der specifische Widerstand rund 10.000*kg* pro cm^2.

Diese Tabelle kann zur näherungsweisen Berechnung der Eindringungstiefen x_0 benützt werden, indem statt des, mit der Geschwindigkeit veränderlichen Widerstandes W, der mittlere Widerstand $W^{(m)}$ als constanter Widerstand eingeführt wird. Ist V_e die Auftreffgeschwindigkeit, so ist der mittlere Widerstand angenähert jener, welcher der Geschwindigkeit $\frac{V_e}{2}$ entspricht.

Für genaue Ermittlungen diene die folgende Tabelle, in welcher für die verschiedenen in Betracht gezogenen Auftreffgeschwindigkeiten die entsprechenden mittleren Geschwindigkeiten v_m und die diesen

zukommenden mittleren specifischen Widerstände $W_s^{(m)}$ in kg pro cm^2 enthalten sind.

Auftreff-geschwin-digkeit in m	Erde, bestehend aus Garten- (Damm-) Erde, Lehm und Sand zu gleichen Theilen		Mauer aus behauenem Sandstein von guter Qualität		Holz: u. zw. Eichen-, Buchen-, Weißbuchen- und Eschenholz von guter Qualität	
	v_m	$W_s^{(m)}$	v_m	$W_s^{(m)}$	v_m	$W_s^{(m)}$
120	80	97	83	486	83	237
140	92	106	97	502	98	249
160	104	116	110	520	109	258
180	115·5	126	123	540	122	270
200	126·5	137	136	562	134·5	283·5
220	137	149	148·5	585	147	298
240	148	162	161	611	159	313
260	158	175	173	637·5	170	329
280	168	198	185	666	182	345
300	178	204	197	695	193	364·5
320	188	219	208	727	205	383
340	198	236	223	766	216	404·5
360	207	251	231	793	227	422
380	217	267	241·5	825·5	237	443
400	226	285	253	863·5	248	464
420	235	303	264	901	259	487
440	244	321	275	939	269	509
460	253	340	285	978	279	532
480	262	359	296	1018	289	556
500	271	379	306	1061	299	581

Nach dem Satze der Arbeiten ist die Auftreff-Energie des Geschosses gleich der Widerstandsarbeit, sonach

$$\frac{P.V_e^2}{2g} = W_s^{(m)} R^2 \pi . x_0 \text{ und } x_0 = \frac{P_s.V_e^2}{2g\,W_s^{(m)}} \quad \ldots\ldots 5)$$

worin $P_s = \frac{P}{R^2\pi}$ die specifische Querschnittsbelastung des Geschosses in kg pro cm^2 und $W_s^{(m)}$ den mittleren specifischen Widerstand darstellt.

Formel 5) besagt, dass die Eindringungstiefe, der Energie pro Querschnittseinheit, d. i. der sogenannten specifischen Energiebelastung directe proportional ist.

Für genaue Ermittlungen kann auch die folgende Tabelle in Anwendung kommen, in welcher für die bezüglichen Materien die Eindringungstiefen $\mathfrak{x}_0$ für die specifischen Querschnittsbelastungen $P_s = 1$ (kg pro cm^2) angegeben sind.

Die Eindringungstiefe x_0 ist hiernach $= \mathfrak{x}_0 . P_s$ . . . . . 6).

Nachstehend die Tabelle der Werte $\mathfrak{x}_0$:

Auftreffgeschwindigkeit V_e in m	Erde, bestehend aus Garten- (Damm-) Erde. Lehm und Sand zu gleichen Theilen	Mauer aus behauenem Sandstein von guter Qualität	Holz: u. zw. Eichen-, Buchen-, Weißbuchen- und Eschenholz von guter Qualität
120	10·43	1·62	4·45
140	11·67	1·97	5·19
160	12·90	2·32	5·93
180	14·14	2·66	6·67
200	15·88	3·13	7·62
220	17·07	3·63	8·61
240	18·55	4·12	9·60
260	19·84	4·54	10·79
280	21·07	4·93	12·03
300	22·32	5·33	13·27
320	23·54	5·73	14·50
340	24·78	6·12	15·73
360	26·02	6·52	16·97
380	27·08	6·91	18·03
400	28·07	7·31	19·02
420	29·06	7·70	20·01
440	30·21	8·07	21·00
460	31·44	8·41	21·99
480	32·68	8·75	22·97
500	33·90	9·07	23·96

Um für andere, als in der Tabelle angegebene Materien die Eindringungstiefen zu berechnen, dienen aus der Erfahrung abgeleitete Factoren, mit denen die, der in der Tabelle angegebenen Materie entsprechende Eindringungstiefe zu multiplicieren ist, um die Eindringungstiefe für die anders constituierte Materie derselben Gattung zu erhalten. Es ist dann allgemein $x_0 = m \,.\, \mathfrak{x}_0 \, P_s$, wenn x_0 die zu suchende Eindringungstiefe und m den Reductionsfactor bedeutet.

Nachstehend einige Werte des Factors m:

Erde	Sand mit Kies gemengt	0·6
	Dichte Gartenerde mit Sand und Kies gemengt	0·8
	Lehm mit Sand und Kies gemengt	0·9
	Lehm oder wenig dichte Gartenerde	1·4
	Frisch aufgeworfene Erde	1·8
Mauerwork	Behauener Sandstein von mittlerer Qualität, oder Backstein von guter Qualität	1·3
	Backstein von mittlerer Qualität	1·8
	Granit von mittlerer Qualität	0·7
	Fester kalkhaltiger Oolith	0·45
	Fester finnländischer Granit	0·35

Holz	Eichenholz von vorzüglicher Qualität	0·85
	Holz der kleinblättrigen Ulme	1·3
	Birken-, Tannen- und Fichtenholz	1·8
	Holz der Weißpappel	2·0

Hiedurch sind genügend Hilfsmittel gegeben, um approximativ directe Eindringungstiefen zu bestimmen. Liegen jedoch durch den Versuch einwandfrei bestimmte Eindringungstiefen vor, so ist es am rationellsten, von diesen ausgehend, die Versuchsgröße auf die anderen Verhältnisse zu übertragen, wobei die Tabellenwerte als Verhältniszahlen allgemeine Giltigkeit behalten.

Beispiele: Die Eindringungstiefe des 9*cm* Hohlgeschosses M. 1875 in eine bestimmte Erdgattung beträgt auf 1000 Schritt: 2·00*m*.

a) Welche Eindringungstiefe ist bei demselben Geschosse im gleichen Boden auf 2000 Schritt zu erwarten?

b) Wie groß ist approximativ in derselben Erdgattung, die Eindringungstiefe des 12*cm* Hohlgeschosses M. 1880, auf 2000*m* Distanz, bei Anwendung der Schusspatrone?

Zu *a*). Nach Formel 6) ist $x_0 = \mathfrak{x}_0 \, . \, P_s$; für dasselbe Geschoss im gleichen Boden muss eine andere Eindringungstiefe $x'_0 = \mathfrak{x}'_0 \, . \, P_s$ sein.

Aus beiden Gleichungen folgt:

$$x'_0 = \frac{\mathfrak{x}'_0}{\mathfrak{x}_0} \, x_0.$$

Nun ist laut Schießtafeln:

für die Distanz von 1000 Schritt . . . . . $V_e = 347m$,

„ „ „ „ 2000 „ . . . . . $V_e' = 294m$

und nach der Tabelle der $\mathfrak{x}_0$

für $V_e = 347m$, $\mathfrak{x}_0 = 25{\cdot}214$ und

„ $V_e' = 294m$, $\mathfrak{x}_0' = 21{\cdot}945$.

($\mathfrak{x}_0$ und $\mathfrak{x}_0'$ nach der Tabelle durch gerade Interpolation ermittelt.)

Somit wird

$$x_0' = \frac{21{\cdot}945}{25{\cdot}214} \times 2{\cdot}00 = 1{\cdot}74m.$$

Zu *b*). Nach 6) sind die Eindringungstiefen x_0 und x_0' in diesem Falle

$x_0 = \mathfrak{x}_0 \, P_s$ und $x_0' = \mathfrak{x}_0' \, P_s'$ daher $x_0' = \frac{\mathfrak{x}_0'}{\mathfrak{x}_0} \times \frac{P_s'}{P_s} \times x_0$.

Unter obiger Voraussetzung ist für das 12*cm* Hohlgeschoss $V_e' = 330m$; dem entspricht auf Grund der Tabelle $\mathfrak{x}_0' = 24{\cdot}16$.

Das Verhältnis:

$$\frac{P_s'}{P_s} = \frac{\frac{4\,P'}{D_1^{\,2}\,\pi}}{\frac{4\,P}{D^2\,\pi}} = \frac{P'\,D^2}{P\,D_1^{\,2}};$$

wenn P und P' die Gewichte, D und D_1 die Caliber der 9*cm*, bezw. 12*cm* Geschosse bedeuten.

Durch Einsetzen der betreffenden Werte folgt:

$$\frac{P_s'}{P_s} = \frac{16{\cdot}7 \times \overline{8{\cdot}7}^2}{6{\cdot}363 \times \overline{12}^2} = 1{\cdot}379,$$

und es resultiert für

$$x_0' = \frac{24{\cdot}16}{25{\cdot}214} \times 1{\cdot}379 \times 2{\cdot}00 = 2{\cdot}64m.$$

Zu 2. Die Construction des Geschosses, besonders dessen Form, ist, ähnlich wie bei Überwindung des Luftwiderstandes während des Fluges, auch beim Eindringen in ein festes Mittel vom Einflusse.

Bei den vorstehenden Erörterungen sind Langgeschosse moderner Construction vorausgesetzt.

Auch soll hier noch erwähnt sein, dass Material und Construction des Geschosses eine Deformation des Geschosskörpers während der Auftreffwirkung möglichst einschränken sollen, indem durch eine solche Veränderung das Projectil eine dem Eindringen ungünstigere Form erhält; überdies entgeht die bezügliche Deformations-Arbeit, der nutzbaren Zerstörungs-Arbeit. Die Gefahr einer solchen Deformation nimmt aber auch mit der specifischen Energiebelastung des Geschosses beim Auftreffen zu, weshalb übergroße Querschnitts-Energien, in diesem Sinne, der Geschosswirkung nachtheilig sein können. Mit Rücksicht auf diesen Umstand wird bei gleichen specifischen Auftreff-Energien der größere Caliber im Vortheil, d. h. das Geschoss weniger einer Deformation ausgesetzt sein.

Zu 3. Der Auftreffwinkel. Bei den Erörterungen zu 1) und zu 2) wurde stillschweigend ein normales Auftreffen des Geschosses auf die Treffläche des Mittels vorausgesetzt.

Bei wenig widerstandsfähigen Mitteln, wie Erde und Holz, erfolgt auch bei kleineren Auftreffwinkeln (bis etwa 10°) ein Eindringen des Geschosses. Die Eindringungstiefe in der Richtung der Geschossbahn ist hier vom Auftreffwinkel unabhängig. Das Projectil wird auf seinem Wege im Medium von der eigenen Flugbahn meist in einem der Bahnkrümmung entgegengesetzten Sinne abgelenkt. Wird der Auftreffwinkel kleiner als etwa 10°, so tritt das Gellen des Geschosses ein.

Bei widerstandsfähigen Medien (Stein, Eisen etc.) findet schon bei bedeutend größeren als dem vorgenannten — im allgemeinen von der Form der Geschosspitze (der Abrundung des Ogivales) abhängigen — Auftreffwinkel, ein Abgleiten des Geschosses statt, welches hierbei nur einen Theil seiner Energie auf die Zerstörung des getroffenen Gegenstandes verwendet und mit entsprechend verminderter Geschwindigkeit den Flug fortsetzt.

Die Auftreffwinkel, bei welchen ein solches Abgleiten erfolgt, wechseln zwischen 40 und 50°, betragen also im Mittel 45° [1]).

Die Auftreffwirkung reduciert sich hiebei meist auf ein blosses Abschürfen, auch Absprengen, oder Eindrücken des Mediums an der getroffenen Stelle. Stahlgeschosse (ohne Zünder) gelangen in diesen Fällen, wegen des geringen Umsatzes von Energie in Wärme, oft gar nicht zur Sprengung. Zünderhohlgeschosse mit wenig empfindlichen Zündern, oder mit solchen, welche eine Verzögerungsvorrichtung haben, kommen erst nach dem Abgleiten zur Explosion, weshalb letztere gegen die Treffstelle wirkungslos verläuft. Hohlgeschosse, die bei kleinen Auftreffwinkeln mit ihrem dünnwandigen ogivalen oder cylindrischen Theile auf ein Object mit harter Oberfläche auftreffen, zerschellen fast immer.

Bei größeren Auftreffwinkeln, als die vorerwähnten, findet zwar kein Abgleiten statt, allein die Wirkung stellt sich in der Regel kleiner heraus, als bei normalem Auftreffen.

Die Tiefenwirkung, d. i. jene normal auf die Oberfläche des getroffenen Körpers, welche bei Mauerwerk und Panzer hauptsächlich in Betracht kommt, ist nach den gleichen Gesetzen wie beim normalen Auftreffen, von der Normal-Componente der Auftreff-Energie (E^1) abhängig. Ist α der Auftreffwinkel, so wird

$$E^1 = \frac{1}{10^3} \cdot \frac{p\,v^2}{2\,g} \cdot \sin^2 \alpha = E \sin^2 \alpha.$$

Es nimmt demnach die erwähnte Wirkung bei geneigter Auftreffrichtung des Geschosses mit dem $\sin^2$ des Auftreffwinkels ab.

Eine nennenswerte Zerstörung durch einzelne directe Treffer der dermaligen Flachbahngeschütze ist, selbst auf nahe Distanzen (1000m), bei gutem Bruchstein- und Beton-Mauerwerk erst bei Auftreffwinkeln von über 30°, bei Mauerwerk aus harten Steinen (Granit, Porphir) erst über 45° bis 50° zu erwarten. Ziegelmauerwerk kann selbst bei Auftreffwinkeln, die kleiner sind als 30°, unter obigen Verhältnissen erheblich leiden.

---

[1]) Näheres hierüber, sowie über die aus obiger Ursache zur Anwendung kommenden Stempelgeschosse, findet sich im Abschnitte „Panzer".

B. Die Sprengwirkung.

Als Sprengladung für Hohlgeschosse sind dermalen sowohl verschiedene Schwarzpulvergattungen, als auch brisante Sprengmittel in Anwendung.

Der Unterschied dieser beiden macht sich bei der Geschosswirkung gegen fortificatorische Objecte hauptsächlich in dem größeren Spreng-Effecte der letzteren geltend[1]); ferner in dem Umstande, dass diesen auch im unverdämmten, d. i. frei anliegenden Zustande eine ausgiebige Sprengwirkung gegen feste Objecte innewohnt. Bei den erstgenannten Mitteln, sollen sie wirksam sein, muss jedoch immer durch das Eindringen des Geschosses (infolge der Auftreff-Energie) eine Art Verdämmung erzeugt werden, ohne welcher die Wirkung unbedeutend bleibt.

In Anbetracht des Vorgesagten sollen hier Geschosse mit brisanten Sprengmitteln als Sprengladung umsomehr ausschließlich berücksichtigt werden, als solche Geschosse schon fast allgemein zur Einführung gelangt sind.

Die Beurtheilung der Sprengwirkung kann an Hand der aus der Erfahrung abgeleiteten Minenformeln erfolgen, und zwar aus der Größe der Sprengladung, dann den Verhältnissen unter welchen selbe zur Wirkung gelangt, insbesondere aber, ob eine Verdämmung bei der Explosion stattfindet oder nicht.

Aus den bezüglichen Ansätzen ist auch zu ersehen, dass die Wirkung einer verdämmten Dynamitladung etwa zweimal so groß ist, als jene einer gleich großen, jedoch frei aufgelegten Ladung, ferner dass die Wirkung der letzteren schon durch eine etwa $0{\cdot}50m$ hohe Erdüberdeckung wesentlich gesteigert wird.

Den Minenformeln, welche bei Demolierungen zur Anwendung gelangen, ist in jedem Falle eine möglichst günstige Anordnung der Ladung an dem zu sprengenden Gegenstande zugrunde gelegt, welche aber von der Geschoss-Sprengladung nur ausnahmsweise erreicht wird; die Lage der Ladung im Verhältnis zum Sprengobjecte hat jedoch, ganz besonders bei freien Ladungen, einen wesentlichen Einfluss auf die Intensität der Sprengwirkung.

Bei der Beschießung von Medien, welche dem Eindringen des Geschosses einen besonderen Widerstand entgegen setzen, kommen zumeist empfindliche Zünder zur Anwendung, wenn nicht, wie bei Panzer-

---

[1]) So z. B. ist die Wirkung einer verdämmten Dynamitladung gegen Mauerwerk ebenso groß als jene einer 2- bis $2^1/_2$mal so großen Pulverladung unter den gleichen Verhältnissen.

geschossen mit Pulver-Sprengladung, von einer Zünderanordnung ganz abgesehen, und die Explosion durch den Umsatz von Auftreff-Energie in Wärme herbeigeführt wird. Das Geschoss gelangt so in einer, dem Einfallwinkel entsprechenden, geneigten Lage zur Explosion, es wird deshalb die Sprengwirkung gegen das getroffene Object kleiner sein, als wenn die Ladung ganz anliegen würde.

Um einen beiläufigen Ausdruck für den Grad der Verminderung der Wirkung in solchen Fällen zu erhalten, dürfte es entsprechen, wenn man sich die Ladung in ihrem Schwerpunkte concentriert denkt und die Intensität der Wirkungen von gleichen Ladungen gegen Ebenen in verschiedenen Abständen — ähnlich wie bei anderen Wirkungen, welche von einem Punkte ausgehen und gleichmäßig im Raume sich verbreiten (Licht, Schall, Massenanziehung etc.) — verkehrt proportional dem Quadrate der Abstände setzt.

Hiernach verhielten sich z. B. die Intensitäten der Sprengwirkungen zweier 21*cm* Ecrasitbomben L/5 gegen eine Ebene, wenn eine Bombe auf die Ebene aufgelegt, die andere unter 60° geneigt aufgestellt wird, gleich wie $\left(\frac{5 \times 21}{2} \sin 60^0\right)^2 : \left(\frac{21}{2}\right)^2 = 2070 : 110 \doteq 2 : 0{\cdot}1$. Der ersteren würde darnach eine zwanzigmal größere Wirkung, wie der letzteren zukommen.

Jene Annahme soll jedoch durchaus nicht als unumstößlich hingestellt werden; ja, es ist sogar wahrscheinlich, dass, insbesondere dann, wenn die Ladung die supponierte Ebene nicht mehr berührt, die Intensität der Sprengwirkung gegen diese Ebene noch in stärkerem Verhältnisse mit der Entfernung abnimmt, als oben vorausgesetzt wurde.

Bei Objecten, bei welchen ein Eindringen des Geschosses gar nicht, oder nur im beschränkten Maße erfolgt, nimmt sonach mit dem Auftreffwinkel die Auftreffwirkung (entsprechend der Normalcomponente der Auftreff-Energie) zu, hingegen die Sprengwirkung ab.

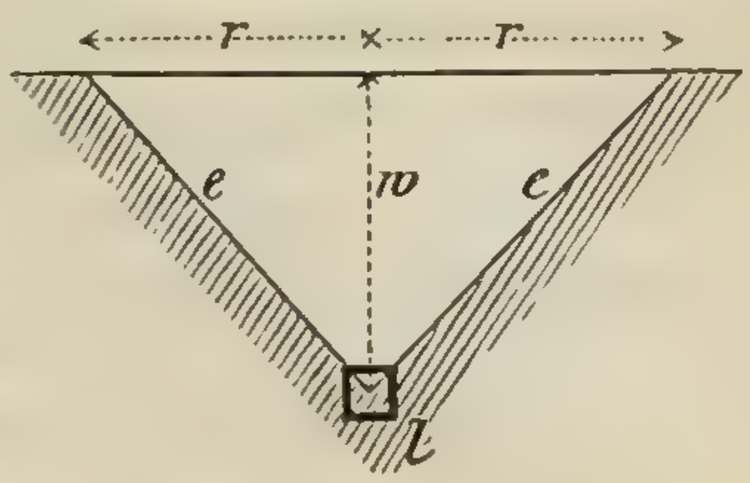
Für die Beurtheilung des Widerstandes von Mauerwerks-Constructionen gegen die Sprengwirkung von Geschossen soll die allgemeine Ladungsformel

$$l = c\, e^3 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 1)$$

als Grundlage dienen. In dieser Formel bedeutet l die Ladung in *kg*, e den Explosions-Halbmesser in *m*, und c den Ladungs-Coëfficienten.

$$\text{Aus 1) folgt } e = \sqrt[3]{\frac{l}{c}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 2)$$

Ist ferner w die Widerstandslinie und r der Trichter-Halbmesser in m, so werden die Verhältnisse $\frac{e}{w} = p$ und $\frac{r}{w} = n$ die Zeiger der Mine genannt.



Die Anwendung der Ladungsformel 1) ist an die Bedingung geknüpft, dass der Zeigerwert der Mine $p \leqq 1{\cdot}80$, ($n \leqq 1{\cdot}50$) sei; für größere Zeigerwerte gilt die Ladungsformel

$$l = q\, c\, e^3 \quad \ldots\ldots\ldots 3)$$

worin q (der Zeiger-Coëfficient) für $p \leqq 1{\cdot}80$ den Wert 1 annimmt und im Übrigen mit dem Zeigerwerte wächst. Die Ladungen werden hiernach für größere Zeigerwerte als 1·80 größer, bezw. die Explosions-Halbmesser kleiner, als sie nach Formel 1), bezw. 2) entfallen würden.

Alle diese Angaben sind aus Versuchen mit Pulverminen abgeleitet und, der Sicherheit der zu erzielenden Sprengwirkung wegen, auf Minen mit brisanten Ladungen — Mangels ausreichender Versuche mit solchen — unmittelbar übertragen, obzwar man aus den bisherigen Erfahrungen mit Sicherheit schließen kann, dass die nothwendige Vermehrung der Ladung bei brisanten Sprengmitteln in ähnlichen Fällen weit geringer als bei Pulverminen sein wird. Es ist sogar sehr wahrscheinlich, dass, extreme Fälle ausgenommen, die Ladungsformel 1) für brisante Sprengmittel noch weit über den Zeiger-Grenzwert $p = 1{\cdot}80$ praktisch richtige Resultate ergeben wird. Es soll daher den nachfolgenden Ermittlungen die Formel 1), bezw. 2), umsoeher zugrunde gelegt werden, als ein allfälliger Fehler in dem hier möglichen Sinne der Sicherheit der Construction zugute kommt.

Was die in den bezüglichen Instructionen angegebenen Ladungs-Coëfficienten für Mauerwerks-Demolierungen mit Rücksicht auf die verschiedenen Anlage-Arten der Minen anbelangt, so sind selbe jedenfalls so groß angenommen worden, dass der Erfolg der Sprengung unter allen Umständen gesichert ist. Diese Werte können jedoch für den vorliegenden Fall, wo es darauf ankommt jene Constructions-Stärken zu ermitteln, welche gegebenen Sprengladungen ganz sicher widerstehen, nicht beibehalten werden. Es wurden demnach aus mehrfachen Versuchen für die verschiedenen Fälle, unter welchen die in Betracht kommenden brisanten Sprengladungen unmittelbar an dem Objecte zur Explosion gelangen können, die nachfolgenden Werte für die Coëfficienten so erhoben, dass die Wirkungen der Ladungen in keinem Falle unterschätzt werden.

Diese Coëfficienten-Werte sind:

A. Für gerade Mauern:

1. Freie Ladung an einer Mauer oberhalb des Bodens $c = 8{\cdot}00$;

2. Die Ladung an der Mauer leicht verdämmt, oder in einer freien Wand derselben versenkt und leicht verdämmt $c = 1{\cdot}80$;

3. Anliegende Mauer, die Ladung an deren Erdseite anliegend und verdämmt . . . . . $c = 0{\cdot}90$;

B. Für Gewölbe (oder verspannte Mauern):

1. Gewölbe ohne Erddecke, die Ladung auf der Nachmauerung frei aufgelegt . . . . . $c = 9{\cdot}00$;

2. Gewölbe mit geringer Erddecke, oder ohne eine solche, dann die Ladung in die Nachmauerung versenkt, also in beiden Fällen leicht verdämmt . . . . . $c = 3{\cdot}40$;

3. Gewölbe, ausreichend mit Erde bedeckt, die Ladung am Oberbogen, also verdämmt . . . . . $c = 1{\cdot}75$.

Für die Ableitung der erforderlichen Constructions-Stärken wird die aus zahlreichen Versuchen gewonnene Erfahrung benützt, dass wenn die Widerstandslinie w gleich dem Explosions-Halbmesser e der Sprengladung für den gegebenen Fall wird, kein Durchschlag mehr erfolgt, also die Construction gegen die Sprengwirkung gesichert ist. Ist demnach die Größe einer Sprengladung, sowie die Art, unter welcher selbe gegen eine bestimmte Construction zur Wirkung gelangt, bekannt, so kann nach der Formel 2) $w = e = \sqrt[3]{\frac{l}{c}}$ die Größe jener Widerstandslinie, bezw. die erforderliche Constructions-Stärke bestimmt werden.

Es ergeben sich demnach für die oben erwähnten Ladungsanordnungen, wenn die bezüglichen Coëfficienten in die Formel eingesetzt werden, folgende Ausdrücke für die Berechnung der Constructions-Stärken:

Zu *A.* Für gerade Mauern.	Zu *B.* Für Gewölbe (oder verspannte Mauern).
Zu 1. $d = 0{\cdot}50 \sqrt[3]{l}$.	Zu 1. $D = 0{\cdot}48 \sqrt[3]{l}$.
„ 2. $d_1 = 0{\cdot}82 \sqrt[3]{l}$.	„ 2. $D_1 = 0{\cdot}66 \sqrt[3]{l}$.
„ 3. $d_2 = 1{\cdot}04 \sqrt[3]{l}$.	„ 3. $D_2 = 0{\cdot}83 \sqrt[3]{l}$.

Für verschieden große, aus dem gleichen Sprengmittel bestehende und unter analogen Verhältnissen gegen ähnliche Objecte zur Wirkung gelangende Ladungen werden sich die erforderlichen Widerstandslinien

$$w : w_1 = \sqrt[3]{l} : \sqrt[3]{l_1} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots 4)$$

verhalten; da die Ladungs-Coëfficienten, bei obiger Voraussetzung, für beide Fälle gleich sein werden.

Bei Voraussetzung gleicher Sprengladungen werden sich beispielsweise die nothwendigen Deckenstärken für die drei unter *B* angegebenen Ladungsanordnungen der Reihe nach verhalten wie: 0·48 : 0·66 : 0·83.

In den beiden Fällen *A*, 3 und *B*, 3 entsprechen den angegebenen Coëfficienten jene ungünstigsten Ladungsanordnungen, wo die Sprengladung durch die Erde eine vollständige Verdämmung erhält. Damit dies bei einem Geschosse zutrifft, muss dasselbe so tief in die Erde eingedrungen sein, dass bei der Explosion kein Tagen der Sprengladung nach der Erdoberfläche zu erfolgen kann.

Dies ist erfahrungsgemäß der Fall, wenn die kürzeste Widerstandslinie w_1, vom Explosionspunkt nach der Erdoberfläche gemessen, wenigstens gleich $0{\cdot}8\, e_1$ ist; dabei bedeutet e_1 den der Sprengladung in dem betreffenden Erdreich zukommenden Explosions-Halbmesser, welcher nach Formel 2) sich aus $e_1 = \sqrt[3]{\frac{l}{c_1}}$ berechnen lässt. Der Coëfficient c_1 ist hier von der Bodengattung, in welcher die Explosion erfolgt, abhängig und wechselt für brisante Ladungen zwischen 0·3 (für Sand- und Lehmboden) und 0·8 (für Schotter- und steinigen Boden, dann für festen Letten).

$$\text{Hiernach wird } w_1 = 0{\cdot}8 \sqrt[3]{\frac{l}{c_1}} \begin{matrix} > 0{\cdot}86 \sqrt[3]{l} \\ < 1{\cdot}20 \sqrt[3]{l} \end{matrix}$$

$$\text{also im Mittel } w_1 \doteq \sqrt[3]{l} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots 5).$$

Wenn demnach, wegen einer geringen Eindringungstiefe des Geschosses, oder aus anderen Ursachen, z. B. wegen Mangel der entsprechenden Stärke der Erdanschüttung, dieser Grad der Verdämmung in keinem Falle zu erreichen ist, so werden auch die Constructions-Stärken des Mauerwerkes geringer gehalten werden können, u. zw. bis zu den nach den Coëfficienten unter *A*, 2, bezw. *B*, 2 sich ergebenden Stärken, welche für jene Fälle entsprechen, wo die Verdämmungslänge nur etwa $^1/_5$. der vorermittelten vollen Verdämmung entspricht.

Ist die Verdämmung noch geringer, so können für die Bestimmung der Mauer- und Gewölbsstärken ohneweiters die unter *A*, 1, bezw. *B*, 1 angegebenen Coëfficienten benützt werden.

Im Vorstehenden sind jene Fälle berührt, bei welchen die Explosion der Sprengladung unmittelbar an, oder in der Mauerwerks-Construction erfolgt. Es kann jedoch dort, wo an letztere Erde anliegt, oder auf derselben sich eine Erdanschüttung befindet, vorkommen, dass die Sprengladung in der Erde, jedoch in einem gewissen Abstande von der Mauer oder vom Gewölbe, zur Wirkung kommt. Hier ist dann erfahrungsgemäß keine nennenswerte Wirkung gegen die Construction, selbst bei ausreichender Verdämmung der Ladung, zu erwarten, sobald die kürzeste Linie vom Explosionspunkt nach der äußeren (freien) Wandfläche, bezw. nach der inneren Leibungsfläche der Mauerwerk-Construction, nicht kleiner ist als der Explosions-Halbmesser e_1 [1]) der Sprengladung in dem betreffenden Erdreiche.

Es werden demnach für solche Fälle die nur nach statischen Rücksichten berechneten Stärken, selbstverständlich unter Beachtung der hierbei üblichen Sicherheitsgrade, ausreichen; sie werden demnach auch so zu bemessen sein.

In dem Maße als die Explosionspunkte eingedrungener Geschosse der Mauer oder dem Gewölbe näher kommen können, als oben angegeben, wird auch die Wirkung gegen das Mauerwerk zunehmen; für den Grenzfall, wo die Ladung an demselben anliegt und durch die Erde verdämmt ist, wird die Construction nach *A*, 3, bezw. *B*, 3 zu berechnen sein.

Allgemeine Bemerkung.

Dermalen sind als die wirksamsten, gegen fortificatorische Bauwerke der Landbefestigung zur Anwendung gelangenden Projectile, die mit einem brisanten Sprengmittel als Sprengladung versehenen, etwa fünf Caliber langen Geschosse der 21*cm* bis 23*cm* Mörser (Haubitzen, leichten Kanonen) zu berücksichtigen. Dieselben werden kurzweg schwere Bomben genannt, und sind bei uns durch die 21*cm* Ecrasit-Bombe L/5

---

[1]) $e_1 = \sqrt[3]{\frac{l}{c_1}}$; $c_1 \begin{matrix} > 0{\cdot}3 \\ < 0{\cdot}8 \end{matrix}$ wie oben angegeben.

I. Geschosswirkung gegen Erde.

Geschütz	Geschoss und dessen Adjustierung	Schuss- oder Wurfweite (Distanz) in *m*	Geschossgewicht, *kg*	Auftreffgeschwindigkeit, *m*	Winkel in Grade	Auftreff-Energie, *mt*						Sprengladung, *kg*	Beschreibung des Objectes und des getroffenen Mediums	Wirkung				Anmerkung
						Totale		pro cm^2 Geschossquerschnitt		pro *cm* Geschossumfang				Eindringungstiefe des blinden Hohlgeschosses	Tiefe d. Trichters nach scharfen Hohlgeschoss.	Durchmesser des vorerzeugten Trichters	Die Sprengstücke der Geschosspitz. sind auf	
						in der Richtung der Flugbahn	Normal-Componente	in der Richtung der Bahn	Normal-Componente	in der Richtung der Bahn	Normal-Componente							
						E	*E'*	*e*	*e'*	e_1	e'_1							
9*cm* Feld-Kanone M. 1875	Blind und scharf adjustierte Hohlgeschosse	750	6·36	347	$1^1/_2$ Einfallwinkel	38·16	.	0·60	.	1·35	.	0·215 P.	Brustwehre aus Gartenerde mit Schotter gemengt	2·00*m*	.	.	.	In der Rubrik „Sprengladung" bedeutet P. Pulver und Ec. Ecrasit
12 / 15 / 18 *cm* Belagerungskanone M. 1880		1.000	16·70	376	$2^1/_2$	118	.	1·05	.	3·13	.	0·95 P.		2·45*m*	0·20 bis 0·30*m*	1·50 bis 2·20*m*	1·80 bis 2·10 *m* vor der Eindringungsstelle	
		1.000	31·90	371	$2^1/_2$	220	.	1·25	.	3·67	.	1·75 P.		3·75*m*	0·60*m*	2·20 „ 2·80*m*	2·80 „ 2·90	
		1.000	56·40	239	$4^3/_4$	160	.	0·63	.	2·83	.	3·45 P.		3·00*m*	0·63*m*	3·00*m*	3·20 „ 3·30	
15*cm* Belagerungs-Mörser M. 1880	Blind adjustierte 15*cm* Hohlgeschosse M. 1880	bis 1.000	31·9	bis 108	65 Elevationswinkel	18·7	.	0·11	.	0·40	.	.	Schotteriger, mit einer schwachen Humusschichte bedeckter Heideboden	0·10 bis 0·30*m*	Eindringungstiefen in der Richtung der Flugbahn			
		1.000 bis 1.700		„ 145		33·5	.	0·19	.	0·70	.			0·30 „ 0·60*m*				
		1.700 bis 2.700		„ 180		52·0	.	0·29	.	1·10	.			0·50 „ 1·20*m*				
21*cm* Belagerungs-Mörser M. 1880	Blind adjustierte Spitzbomben M. 1880	1.500	94	130	60	80·0	.	0·23	.	1·20	.	.		0·30 „ 0·70*m*				
		4.000		208		203·0	.	0·59	.	3·10	.			1·00 „ 1·50*m*				
		5.800		240		270·0	.	0·78	.	4·10	.			1·70 „ 2·30*m*				
	wie vor, aber scharf adjustiert	3.000	94	190	62	169·0	.	0·49	.	2·57	.	4·86 P.		Trichter von 1·80 bis 2·30*m* Durchmesser, 0·45 bis 1·45*m* Tiefe				ohne Zünderverzögerung
	Ecrasitbomben L/5 (blindgehend)	etwa 3.000	154	180	etwa 60° Einfall-	250	187·5	0·72	0·54	3·79	2·84	(24 Ec.)	Die maximalen Eindringungstiefen in der Bahnrichtung betragen rund:	1. im Lehmboden 7·00*m*. 2. im Sand 4·00*m*. 3. im angeschütteten Schotter 3·00*m*. 4. im gewachsenen Schotter 2·00*m*.				
21*cm* eiserner Mörser M. 1873	Blind adjustierte Spitzbombe M. 1878	4.000	86·5	200	60 Elevat.	172	.	0·50	.	2·60	.	(3·92 P.)	Die maximalen Eindringungstiefen in der Bahnrichtung betragen:	1. fetter Lehm 3·75*m*. 2. Gartenerde mit Sand gemischt 2·50*m*. 3. Schotter mit Gartenerde 1·87*m*.				

IIa. Geschosswirkung gegen verticale Mauern.

Geschütz	Geschoss und dessen Adjustierung	Schuss- oder Wurfweite (Distanz) in *m*	Geschossgewicht, *kg*	Auftreffgeschwindigkeit, *m*	Winkel in Grade	Auftreff-Energie, *mt*						Sprengladung, *kg*	Beschreibung des Objectes und des getroffenen Mediums	Wirkung			Anmerkung
						Totale		pro *cm²* Geschossquerschnitt		pro *cm* Geschossumfang				Eindringungstiefe	des erzeugten Trichters, äußere Öffnung		
						in der Richtung der Flugbahn	Normal-Componente	in der Richtung der Bahn	Normal-Componente	in der Richtung der Bahn	Normal-Componente				Höhe	Breite	
						E	*E'*	*e*	*e'*	e_1	e'_1			*m*			
15*cm* eiserne Hinterladkanone M. 1861	Hohlgeschosse M. 1878 blind adjustiert	50	27·50	317	nahezu normal	137·5	137·5	0·77	0·77	2·94	2·94	0	2·00*m* starke verticale Sandstein-Mauer, Mörtel nicht vollkommen getrocknet	1·30	0·81	0·98	*) Bei diesen Eindringungstiefen sind die Geschosse in der Mauer nicht steckengeblieben
				188		48·4	48·4	0·275	0·275	1·02	1·02			0·81	0·35	0·35	
		33		308		130·4	130·4	0·745	0·745	2·77	2·77		2·20*m* starke Escarpe-Mauer, sehr gute Ziegel, Mörtel zu Stein erhärtet	0·95	0·84	1·01	
				181		45·1	45·1	0·256	0·256	0·96	0·96			0·47*)	0·90	0·81	
				162		36	36	0·205	0·205	0·77	0·77			0·39*)	0·80	0·78	
	M. 1878 Hohlgeschoss scharf adjustiert	50	27·50	317		137·5	137·5	0·77	0·77	2·94	2·94	1·81 Pulver	2·00*m* starke verticale Sandstein-Mauer, Mörtel nicht vollkommen getrocknet	1·10	1·80	1·80	
				188		48·4	48·4	0·275	0·275	1·02	1·02			0·92	1·50	2·00	
	M. 1861 Hohlgeschoss scharf adjustiert	1.365	27·74	269		100	100	0·57	0·57	2·14	2·14	0·91 Pulver	Eine 1·60*m* starke Ziegelmauer mit 0·60*m* starker Füllung aus Klaubstein in der Mauermitte	0·55	0·90	0·90	
		910		280		108·7	108·7	0·615	0·615	2·32	2·32			0·90	1·26	1·29	
		1.365		187		48·5	48·5	0·275	0·275	1·02	1·02			0·37	0·90	0·50	
12*cm* eiserne Hinterladkanone M. 1861	Hohlgeschoss M. 1876 blind adjustiert	33	14·40	305		67	67	0·59	0·59	1·78	1·78	0	2·20*m* starke Escarpe-Mauer, sehr gute Ziegel, Mörtel zu Stein erhärtet	0·74	0·64	0·74	
				189		26	26	0·23	0·23	0·69	0·69			0·38*)	0·56	0·67	
	Hohlgeschoss M. 1861 scharf adjustiert	1.365	14·58	266		51	51	0·45	0·45	1·35	1·35	0·52 Pulver	Eine 1·60*m* starke Ziegelmauer mit 0·60*m* starker Füllung aus Klaubstein in der Mauermitte	0·37	0·71	0·50	
		910		280		57	57	0·51	0·51	1·51	1·51			0·74	0·66	0·76	
		1.320		182		24·2	24·2	0·215	0·215	0·38	0·38			0·55	0·79	0·79	
		1.365		181		24·1	24·1	0·214	0·214	0·38	0·38			0·21	0·55	0·68	

Gegen verticale Granit-Bruchstein-Mauer

Geschütz	Geschoss und dessen Adjustierung	Schuss- oder Wurfweite (Distanz) in *m*	Geschossgewicht, *kg*	Auftreffgeschwindigkeit, *m*	Winkel in Grade	Auftreff-Energie, *mt*						Sprengladung, *kg*	Beschreibung des Objectes und des getroffenen Mediums	Serie	Schuss-Nr.	Größte Tiefe der Aussprengung (des Trichters) an der Treffstelle in *cm*	Verdrängte Steinmenge		Treffer	Anmerkung
						Totale		pro *cm²* Geschossquerschnitt		pro *cm* Geschossumfang							durch die einzelnen Treffer	im Ganzen		
						in der Richtung der Flugbahn	Normal-Componente	in der Richtung der Bahn	Normal-Componente	in der Richtung der Bahn	Normal-Componente						in *m³*			
						E	*E'*	*e*	*e'*	e_1	e'_1									
15*cm* eiserne Hinterladkanone M. 1861	12*cm* stahlbronzene Belagerungskanone M. 1880																			
15*cm* Hohlgeschosse M. 1878	12*cm* Hartguss-Hohlgeschosse																			
	scharf adjustiert																			
	blind adjustiert	50	27·50	317	nahezu normal	137·5	137·5	0·77	0·77	2·94	2·94	0	2·40*m* dicke verticale Bruchsteinmauer aus festem (mitunter auch etwas weicherem) Granit in Kalkmörtel. Das Mauerwerk im allgemeinen minderer Qualität. Der Mörtel schlecht abgebunden und zum Theile ganz ohne Bindekraft. Ansichtssteine nur sehr wenig Binder, meist gegen innen keilförmig zulaufend. Das Innere des Mauerwerkes mitunter auch schlecht ausgezwickt. Fugen, selbst in den Ansichtsflächen, sehr breit und mit Auszwickungen. Im allgemeinen war das mit der Serie III beschossene Mauerwerk von minderer Qualität, als das mit den vorhergegangenen Serien beschossene.	I	1	4·5	0·003	0·003	0·040 bei der Trefferdichte von p. p. 40 Treffer per $1m^2$	auf einen vollen, allseits verspannten Stein		Die Sprengladung gelangte zur Explosion
															2	11·8	0·010	0·013		auf den vorigen Stein	Der Stein erhielt Haarrisse	
															3	24·5	0·029	0·042		„ „ „ „	Sprünge und Risse	
															4	8·5	0·019	0·061		auf einen Schartengewand-Quader	Am freien Rand war die Aussprengung 35*cm* tief	
															5	15·0	0·020	0·081		auf den vorigen Stein	Risse und am freien Rand ganz durchbrochen	
															6	57·5	0·091	0·172		„ „ „ „	Der Stein wurde verschoben	
															7	7·0	0·033	0·205		Fugentreffer zwischen zwei Steinen		
															8	57·0	0·095	0·300		Fugentreffer zwischen zwei Steinen	legte das Innere des Mauerwerkes bloß	
															9	102·0	0·116	0·416		Fugentreffer zwischen zwei Steinen	traf bereits in das Hinterfüllungs-Mauerwerk	
															10	103·0	0·010	0·426		Fugentreffer zwischen zwei Steinen	Wie vor	
															11	127·0	0·015	0·441		ganz in das Hinterfüllungs-Mauerwerk		
															12	140·0	0·003	0·445		wie vor	Das Geschoss traf einen Stein voll	
															13	142	0·019	0·464		„ „	„	
															14	142	0·089	0·553		„ „	Das Geschoss traf auf einen Stein der Hintermauerung	
															15	9	0·011	.	.	auf einen ganzen, intacten Stein, voll	Abblätterung der Oberfläche und Haarrisse	Die Geschosse zerschellten
															16	12	0·025	.	.	auf einen intacten Rand (Sturz-) Stein	Absprengung am freien Rand bis 37*cm* tief	
														II	1	43	0·097	0·097	0·072 bei der Trefferdichte von p. p. 30 Treffer pro $1m^2$	auf einen intacten Stein voll. Der Stein 0·6*m* hoch, 0·75*m* lang	Stein zerklüftet und zum Theile herausgeworfen, Geschoss explodiert	Hartguss-Hohlgeschosse erweisen sich hiernach nur gegen intactes hartes Mauerwerk wirksamer als gewöhnliche Hohlgeschosse
															2	87	0·010	0·107		wie vor, das Geschoss traf in die Hintermauerung	Geschoss nicht explodiert	
															3	87	0·046	0·153		Treffstelle wie vor	Wie vor	
															4	86	0·081	0·234		auf den übrigen Stein von Schuss Nr. 1	Wie vor, Stein ganz zerstört	
															5	110	0·030	0·264		in die schlecht ausgezwickte Hintermauerung	Geschoss zerschellte	
															6	130	0·010	0·274		Wie vor	Geschoss nicht explodiert	
															7	130	0·126	0·400		wie vor auf einen stark beschädigten Stein, voll	Geschoss explodiert	
															8	130	0·175	0·575		auf dieselbe Stelle wie vor	Der getroffene Stein zerstört	
															9	23	0·059	0·059	0·089 bei der Trefferdichte von p. p. 30 Treffer pro $1m^2$	auf einen intacten Schlussstein (Kanonen-Scharte)	Geschoss explodiert, Stein bekam Risse	
															10	49	0·120	0·179		wie vor	Geschoss explodiert, Geschossspitze blieb stecken	
														III	1	7	0·002	0·002	0·103 bei der Trefferdichte von p. p. 30 Treffer pro $1m^2$	auf einen intacten Stein nahe der Lagerfuge	Der Stein bekam Risse	Die Geschoss-Sprengladung gelangte zur Explosion
															2	15	0·040	0·042		auf die Stelle von vor	Die ganze Steinoberfläche abgeblättert	
															3	21	0·027	0·069		Fugentreffer von vor	Risse bei den Nachbarsteinen	
															4	63	0·193	0·269		wie vor. Das Geschoss bis in die Hinterfüllungsmauer	Ein Stein ganz herausgeworfen	
															5	35	0·103	0·295		Fugentreffer, wie vor, auf der anderen Seite	Risse bei den Nachbarsteinen	
															6	69	0·486	0·781		auf den Rest des Steines vom Schuss Nr. 1	Steine herausgeworfen, Geschoss bis in die Hintermauer	
															7	96	0·102	0·883		in die Hintermauerung	Mauerwerk schlecht ausgezwickt	
															8	82	0·018	0·901		in das weiche Hinterfüllungs-Mauerwerk	wie vor	
															9	115	0·096	0·997		wie vor	„ „	
															10	145	0·086	1·083		„ „	„ „	
															11	172	0·061	1·144		„ „	„ „	
															12	168	0·088	1·232		„ „	„ „	
															13	16	0·007	0·007	.	auf einen intacten Stein, voll	Stein bekam Risse und Abblätterungen	Geschosse zerschellten

IIb. Geschosswirkung gegen geneigte Mauern aus Beton und harten Steinen.

Geschütz	Geschoss und dessen Adjustierung	Schuss- oder Wurfweite (Distanz) in *m*	Geschossgewicht, *kg*	Auftreffgeschwindigkeit, *m*	Winkel in Grade	Auftreff-Energie, *mt*						Sprengladung, *kg*	Beschreibung des Objectes und des getroffenen Mediums
						Totale		pro cm^2 Geschossquerschnitt		pro *cm* Geschossumfang			
						in der Richtung der Flugbahn	Normal-Componente	in der Richtung der Bahn	Normal-Componente	in der Richtung der Bahn	Normal-Componente		
						E	*E'*	*e*	*e'*	e_1	e'_1		
15*cm* stahlbronzene Belagerungskanone M. 1880	Stahlhohlgeschoss, scharf adjustiert	2.000	38·75	317	Auftreff-40°	194·7	80·4	1·12	0·46	4·16	1·72	0·41	Unter 40° geneigte, mit Quadern von 0·60*m* Seitenlänge in Cementmörtel abgepflasterte Stirnwand einer Casematte. Quadern intact, seitlich eingeschlossen und verspannt
	Zünderhohlgeschoss, scharf adjustiert	2.000	31·9	327		170·6	70·5	0·98	0·40	3·65	1·51	1·65	
	Stahlhohlgeschoss, scharf adjustiert	1.500	38·75	345	Auftreff-30°	230·6	57·6	1·32	0·33	4·83	1·23	0·41	Wie vor, jedoch die abgepflasterte Treffläche unter 30° gegen Horizont geneigt
	Zünderhohlgeschoss, scharf adjustiert	1.500	31·9	357		203·3	50·8	1·17	0·29	4·34	1·08	1·65	
	Stahlhohlgeschosse M. 1880, scharf adjustiert	1.500	38·75	345	Auftreffwinkel 40°	230·6	57·9	1·32	0·33	4·83	1·23	0·41	Die nebengenannten Quadern von 0·60*m* Breite, 0·90*m* Länge und 0·60*m* Tiefe, wurden unter 30° bezw. 40° gegen den Horizont geneigt, als Abpflasterungen in Cementmörtel auf eine feste Betonunterlage versetzt und seitlich mit Sandsteinquadern in denselben Mörtel und mit Portland-Cement-Beton eingefasst und so verspannt
		2.000		317		194·7	80·4	1·12	0·46	4·16	1·72		
		„											
		„											
	Zünderhohlgeschoss, scharf adjustiert	„	31·9	327		170·6	70·5	0·98	0·40	3·65	1·51	1·65	
	Stahlhohlgeschosse M. 1880, scharf adjustiert	„	38·75	317		194·7	80·4	1·12	0·46	4·16	1·72	0·41	
		„											
		„											
		„											
		„											
		„											
	1 Stück Zünder- und 4 Stück Stahl-Hohlgeschosse, scharf adjustiert	„	31·9 und 38·75	327 317		170·6 194·7	70·5 80·4	0·98 1·12	0·40 0·46	3·65 4·16	1·51 1·72	1·65 0·41	Betonkörper unter 40° geneigt, normal zur Trefffläche 1·00*m* stark, 3·00*m* breit, 3·00*m* hoch. Beton 1 Jahr alt. Mischung 1 Theil Portland-Cement, 2 Theile Flussand, 1 Theil Rieselschotter, 4 Theile Schlägelschotter aus Grassteiner Granit

Wirkung										Anmerkung
Der Quadern		Größte Tiefe in *cm* der erzeugten Aussprengung nach dem			Cubatur der ganzen verdrängten Steinmenge in m^3 nach dem			Zustand des beschossenen Quaders nach Demolierung des Objectes		
Gattung	Fundort	1. Treffer auf dieselbe Stelle	2. Treffer auf dieselbe Stelle	3. Treffer auf dieselbe Stelle	1. Treffer auf dieselbe Stelle	2. Treffer auf dieselbe Stelle	3. Treffer auf dieselbe Stelle			
Granit	Grasstein in Tirol	9·5	.	.	0·014	.	.			
		3·0	.	.	0·002	.	.			
		7·5	13·5	.	0·009	0·028	.			
		0	.	.	0	.	.			
Tonalit	Tirol	12·5	12·5	20	0·022	0·029	0·084			
Mühlstein	Tirol, Sexten	8·5	13	26	0·008	0·031	.	nach Schuss 3 zertrümmert		
rother Porphyr	Tirol	14	18	23	0·028	0·05	0·09			
grüner Porphyr	„	9	.	.	0·013	.	.			
Kalkstein	Tirol, Cognola	11·5	15·5	19	0·024	0·06	0·25			
„	Wöllersdorf N.-Ö.	18	33	.	0·053	.	.	Stein nach Schuss 2 zerstört und gebrochen		
Granit	Mauthausen	7·5	15	29	0·01	0·034	0·096	Auf die ganze Tiefe in große Stücke zertrümmert	Die specifische Druckfestigkeit in *kg* pro cm^2 der nebenstehenden Gesteinsgattung betrug:	1310
	Gmünd	9	.	.	0·014	.	.	Ein feiner Riss nach der ganzen Tiefe		783
	Weidenau	9·5	21·5	.	0·024	0·065	.	Auf die ganze Tiefe in große Stücke getheilt		943
	Niklasdorf	11·5	.	.	0·023	.	.	Feine Risse auf die ganze Tiefe der Länge und Breite		1210
	Iglau	11·5	.	.	0·025	.	.	Ein feiner Querriss auf die ganze Tiefe		955
	Saybusch	12	.	.	0·02	.	.	mehrere Spaltrisse		1080
	Kalwarya	13·5	27	.	0·04	0·085	.	In kleine Stücke zertheilt		1194
Sandstein	Nessowitz	14·2	.	.	0·031	.	.	Keine Risse, bis auf die Aussprengung intact		325
Melaphir	Alvernia	16	.	.	0·044	.	.	Fast zu Schotter zertrümmert		1268
									Deren specifische Gewichte wurden erhoben mit:	2·65
										2·65
										2·56
										2·57
										2·58
										2·56
										2·57
										2·62
										2·35
										2·62

1. Schuss 15*cm* Hohlgeschoss: Trichter 0·12*m* tief, 0·68*m* breit, 0·88*m* lang. Die weiteren 4 Schüsse mit Stahlgeschossen in denselben Trichter vergrößerten denselben auf 0·46*m* Tiefe, 2·20*m* Länge, unten 0·60*m*, oben 2·00*m* Breite. Die Stahlgeschosse gelangten beim Auftreffen nicht zur Explosion

Ein feiner Horizontal- und Verticalriss, über den ganzen Betonkörper reichend, nach dem 5. Schuss

Die Beschießung erfolgte auf 50*m* Distanz mit der in Rubrik 3 angegebenen Schussdistanz entsprechenden Auftreffgeschwindigkeit

IIc. Wirkung schwerer Bomben gegen Decken-Constructionen.

Geschütz	Geschoss und dessen Adjustierung	Schuss- oder Wurfweite (Diztanz) in *m*	Geschossgewicht, *kg*	Auftreffgeschwindigkeit, *m*	Winkel in Grade	Auftreff-Energie *mt*						Sprengladung, *kg*	Beschreibung des Objectes und des getroffenen Mediums	Wirkung	Anmerkung
						Totale		pro cm^2 Geschossquerschnitt		pro *cm* Geschossumfang					
						in der Richtung der Flugbahn	Normal-Component.	in der Richtung der Bahn	Normal-Component.	in der Richtung der Bahn	Normal-Component.				
						E	*E'*	*c*	*c'*	c_1	c'_1				
21*cm* stahlbronzene Belagerungs-Mörser M. 1880	Eersitbomben. L. = scharf adjustiert	2.750	154	180	Elevations: 60°, Einfall: 61° 7′ 2″	250	192	0·72	0·55	3·79	2·90	23·8 Eersit	1. 2*m* breiter Gang mit 120°igem, 0·70*m* starkem Bruchstein-Gewölbe in Portland-Cementmörtel überwölbt, darüber 0·25*m* Nachmauerung aus demselben Materiale und 1·05*m* Portland-Cement-Beton *). Constructions-Stärke Minimum 2·00*m*.	Im Ganzen 7 Treffer auf die Decke; davon explodierten 3 über dem Gewölbe voll. Eindringungstiefe in den Beton 0·20 bis 0·28*m*, Trichterdurchmesser 1·40 bis 1·50*m*. Durch Sprengung einer Bombe in den durch 2 auffallende Geschosse erzeugten Trichter, wurde dieser auf 0·35*m* vertieft; Durchmesser 3·00*m*.	*) Die oberste 0·50*m* dicke Schichte des Betons wurde mit Zuziehung von sehr hartem Schotter aus Grassteiner Granit ausgeführt. Die Wirkung auf die Tonnengewölbe ad 1., 2. und 3. durch die Bomben bestand in feinen Rissen, Verbreiterung der Ziegelfugen und im Herabfallen kleiner abgesprengter Stücke.
													2. 4·00*m* breite Casematte. Decke 120°iges, 0·90*m* starkes Ziegelgewölbe in Cement-Kalkmörtel mit 0·25*m* Nachmauerung aus Bruchstein in gleichem Mörtel, sodann p. p. 1·125*m* Sand (Polster), 1·20*m* Portland-Cement-Beton und 1·00*m* Erde.	Im Ganzen 8 Treffer auf diese Decke; 5 davon explodierten voll. 6 Treffer fielen in einen Trichter, in welchen eine 7. Bombe gelegt und gesprengt wurde. Der hiedurch erzeugte Trichter hatte 5*m* Durchmesser und 1·20*m* Tiefe. Die über dem Sandpolster befindliche Betonschichte wurde durchgeschlagen.	
		Theilweise wurden auch Bomben frei aufgelegt und gesprengt											3. Casematte, Ziegelgewölbe und Nachmauerung wie 2.; hierauf 0·45*m* Portland-Cement-Beton und auf diese eine 0·40*m* hohe Abpflasterung aus Granitquadern, Constructions-Höhe 2·00*m* im Minimum.	2 Treffer (einer mit voller Explosion). Sodann wurden 2 Geschosse auf dieser Decke frei aufgelegt, und gesprengt. Die hiedurch im Granit erzeugten Eindrücke hatten 0·10 bis 0·65*m* Durchmesser und 0·06 bis 0·16*m* Tiefe. Eine Verschiebung der Pflasterquadern war nicht bemerkbar (selbe waren nur im Mörtel versetzt).	
													4. Casematte, Ziegelgewölbe und Nachmauerung wie 2.: hierauf 0·79*m* Portland-Cement-Beton und 60*mm* starke gewalzte und mit Schrauben verankerte Flusseisenplatte à 2·00 bis 1·5m^2. Constructions-Höhe 2·00*m*.	2 Treffer und 2 Geschosse mit der Mantellinie frei aufgelegt und gesprengt. Die im Flusseisen erzeugten Eindrücke durch geworfene Bomben: 0·15 bis 0·17*m* Durchmesser und 4 bis 8*cm* Tiefe, durch gesprengte Bomben 0·85 bis 1·00*m* lang, 0·35*cm* breit und 8 bis 10*cm* tief. Platten etwas verbogen und Schrauben abgesprungen.	
													5. Casematte 4·00*m* breit. Decke aus I-Trägern 350*mm* hoch, Mitte von Mitte 0·22*m*. Darüber p. p. 1·60*mm* starke Portland-Cement-Betonlage *). Constructions-Dicke 1·95*m*.	1 Treffer und überdies wurden 2 mit der Mantellinie frei aufgelegte Geschosse gesprengt. Die hiebei erzielten Trichter im Beton hatten 1·00 bis 1·40*m* Durchmesser und 0·20 bis 0·35*m* Tiefe. Im Inneren der Casematte war keinerlei Wirkung bemerkbar.	
		Die Bomben wurden auf die Construction frei aufgelegt und zur Explosion gebracht.											6. Poterne röhrenförmig, innen mit 20*mm* starker Flusseisenbekleidung, sodann mit einer Portland-Cement-Beton *)-Umhüllung an der schwächsten Stelle der Decke 1·50*m* stark.	Kein Treffer beim Bewerfen. Eine auf der Decke der Poterne mit der Langseite aufgelegte und gesprengte Bombe erzeugte im Beton einen Trichter von 0·60*m* Durchmesser und 0·20*m* Tiefe. Im Inneren der Poterne war keinerlei Beschädigung bemerkbar.	
													7. Gewölbe, Spannung 5·05*m*, Bogen 128°, Gewölbe aus Tuffstein 0·63*m*, Nachmauerung aus Bruchstein in Luftkalkmörtel 0·46*m* stark und darüber 0·15*m* Cementkalk-Betonpflaster. Ganze Dicke am Gewölbeschluss 1·24*m*.	Bombe über Gewölbsschluss mit der Mantellinie parallel zur Gewölbsaxe auf das Betonpflaster aufgelegt und gesprengt. Hiedurch Decke ganz durchschlagen, lichte Öffnung 1·15*m* lang (parallel zur Gewölbsaxe) und 0·80*m* breit; ausserdem Risse im Gewölbe.	
													8. Gewölbe mit vollem Bogen 5·7 Spannung. Tuffsteingewölbe 0·80*m*; oben Betonpflaster 0·16*m*, dazwischen Nachmauerung in Bruchstein mit Luftkalkmörtel, so dass ganze Dicke am Schluss 1·74*m*.	Bombe wie vor aufgelegt und gesprengt. Nach Ausräumung des Trichters und Entfernung der losen Theile: Gewölbe ganz durchschlagen, Öffnung in der halben Gewölbsdecke 0·30*m* breit, nach oben und unten trichterförmig sich auf 1·80 und 2·80*m* erweiternd.	
													9. Casemattdecke aus 0·95*m* starkem 134°igen Ziegelgewölbe, darüber Nachmauerung und oben 0·88*m* dicke Betonlage. Gewölbe am Schlusse 2·00*m* stark.	Bombe oberhalb des Schlusses frei aufgelegt und gesprengt. Wirkung: An der inneren Leibung des Gewölbes mehrfache Längs-Sprünge und Ziegelabbröckelungen. Kein Durchschlag.	

repräsentiert [1]). Dieses Geschoss hat ein Gewicht von 154*kg*, eine Sprengladung von rund 25*kg* Ecrasit, und auf Distanzen von 2.000 bis 3.000*m*, bei 60° Einfallwinkel, eine Endgeschwindigkeit von ungefähr 180*m*, dem eine totale Energie von 250*mt* entspricht. Als wirksamstes Flachbahn-Geschütz zu Lande kann gegenwärtig ganz allgemein die stahlbronzene 15*cm* Belagerungskanone M. 1880 angenommen werden. Kriegsbauwerke, die unter allen Umständen gegen die Artilleriewirkung zu sichern sind, müssen demnach eine solche Construction erhalten, dass sie den Wirkungen der schweren Bomben und der Hohlgeschosse der 15*cm* Belagerungs-Kanone widerstehen.

In jenen besonderen Fällen, wo es dem Gegner nicht möglich sein kann, gegen eine Befestigung die genannten Geschütze schwersten Calibers, bezw. deren Geschosse, zur Anwendung zu bringen, kann aus Rücksicht der Geld-Ökonomie diesem Umstande bei Bestimmung der Constructionen Rechnung getragen werden; letztere werden dann nach den wirksamsten Geschützen, welche in dem gegebenen Falle zu erwarten sind, ermittelt.

Es soll noch hervorgehoben werden, dass bei den nachfolgenden Angaben über Ermittlung von Constructions-Stärken mit Rücksicht auf die Geschosswirkung, bezüglich der Bauwerke eine correcte Ausführung mit sehr gutem Material vorausgesetzt wird und dass dort, wo diese Verhältnisse nicht ganz zutreffen, die nach jenen Angaben sich ergebenden Ausmaße entsprechend vergrößert werden müssen.

Bei Mauerwerk-Constructionen, welche gegen die unmittelbare Beanspruchung durch die Auftreffwirkung des Geschosses, infolge einer Erdvorlage oder Erdeinhüllung, genügend geschützt sind, wird für die Stärkebemessung die Explosionswirkung allein zu berücksichtigen sein. Ist aber das Mauerwerk vom Geschosse directe treffbar, so wird zu der mit Rücksicht auf die Sprengwirkung sich ergebenden Stärke noch ein additioneller Zuschlag gemacht werden müssen, welcher der durch die Auftreffwirkung zu erwartenden Zerstörung an dem Mauerwerke, bezw. der Eindringungstiefe des Geschosses in dasselbe, entspricht.

---

[1]) Russland: Die L/4·5 Bombe des 9^{11} (= 22·9*cm*) Mörser mit 58*kg* Schießwoll-Sprengladung und 152*kg* Gewicht.

Frankreich: Die L/5 Bombe des 22*cm* Mörser mit etwa 33*kg* Melinit-Sprengladung und etwa 140*kg* Gewicht.

Deutschland: Die L/5 Bombe des 21*cm* Mörser mit 26*kg* Schießwoll-Sprengladung und etwa 124*kg* Gewicht.

II. Hindernisanlagen.

A. Mauern.

1. Freistehende Mauern.

Freistehende Mauern, welche ehedem als sturmfreie[1]) Hindernisse in Gräben ausgedehnte Anwendung fanden, dürften in Hinkunft nur mehr ausnahmsweise, allenfalls an dem feindlichen Feuer wenig ausgesetzten Theilen, so bei Noyau-Befestigungen, zur Ausführung kommen. Die Ursache hievon liegt in der Schwierigkeit, diese Mauern ausreichend gegen die Wirkung von schweren Bomben, sowie gegen das indirecte Geschützfeuer zu decken; ferner in dem Nachtheile, dass sie verhältnismäßig leicht durch Sprengung breschierbar, auch mit Sturmgeräthen überwindbar sind, besonders dann, wenn ihnen nicht andere Hindernisse vorliegen.

Der Schutz gegen den indirecten Demolierschuss erfordert, dass die Mauerkrone gegen denselben wenigstens unter 2 : 5 gedeckt ist (siehe hierüber weiter unten unter 2), *a*), Escarpe-Mauern).

Höhe. Soll die Mauer ein sturmfreies Hindernis bilden, so muss sie 5·00*m* hoch sein; nur dort, wo auch die innere Mauerseite flankiert ist, kann ausnahmsweise auf 4·00*m* Mauerhöhe herabgegangen werden.

Mauerdicke. Als Minimaldicke galt für freistehende Hindernismauern bisher 0·90*m*, obschon bei vielen Ausführungen auf 0·75*m* herabgegangen wurde. Soll eine Mauer nur Geschosssprengstücken widerstehen, so genügt für selbe: wenn aus Ziegeln hergestellt, 0·75*m*; wenn aus lagerhaften Bruchsteinen in Cementmörtel oder aus Beton aufgeführt, 0·60*m* Stärke.

Gegenwärtig werden freistehende Hindernismauern in Gräben, welche durch den indirecten Schuss oder Wurf unter größeren Winkeln als 45° (im horizontalen Sinne gemessen), getroffen werden können, aus Ziegeln in Cementmörtel 1·50*m*; aus guten Bruchsteinen in eben diesem Mörtel, oder aus Beton, 1·20*m* stark gemacht. Bei kleineren horizontalen Eintreffwinkeln können diese Maße auf 1·20*m*, bezw. 1·00*m* verringert werden.

Diese Stärken erfordern, soll durch Sprengung eine gangbare Bresche erzeugt werden, schon bedeutende Munitionsmengen und demnach besondere Vorkehrungen zu deren Anbringung.

Fundament. Die Fundamente sind, wo dies nöthig, gegen die Wirkung von schweren Bomben zu sichern. Dies geschieht, bei allen

---

[1]) Als sturmfrei oder sturmsicher werden solche Hindernisse bezeichnet, welche nur nach vorhergegangener gründlicher und Zeit erfordernder Zerstörung, oder durch Anwendung besonderer Mittel (Sturmgeräthe) überwunden werden können.

Fundamenten, deren Tiefe nicht größer als die Eindringungstiefe von Brisanzbomben [1]) in dem betreffenden Erdreiche ist, und deren Stärke weniger als 1·50*m* beträgt, durch vorgelegte 1·00*m* starke Betonplatten, welche je nach der möglichen Wurfrichtung, im horizontalen Sinne 3·00 bis 5·00*m* breit zu machen sind. Die Wirkung dieser aus Portland-Cement-Beton herzustellenden Platten besteht darin, dass die auf selbe auftreffenden Brisanzbomben zum Zerschellen gebracht werden. Diesen Platten kann man noch eine Steinschüttung oder Schotterlage vorlegen. Bei kleinen horizontalen Eintreffwinkeln, oder bei enfilierten Mauern, kann eine solche Betonplatte auch beiderseits der Mauer nothwendig werden.

Wenn durch die Richtung des feindlichen Bombenwurfes eine Gefährdung der Fundamente ausgeschlossen ist, oder wenn das Fundament 1·50*m* stark und hiebei zugleich gegen das Unterfahren durch seine Tiefe geschützt ist, kann die erwähnte Schutzplatte wegbleiben. Das Fundament der freistehenden Mauer braucht in diesem Falle nur nach baulichen Rücksichten angeordnet zu werden.

Die nebenbezeichnete Figur zeigt eine freistehende Mauer, gegen welche unter 60° gegen den Horizont einfallende Bomben, mit 25*kg* Sprengladung, in Tiefen von 4·00*m* und 7·00*m* explodieren. Für die Beurtheilung der Sprengwirkung in diesem Falle kann auf Grund von Erfahrungsergebnissen angenommen werden, dass eine beachtenswerte Beschädigung des Mauerwerkes durch die Minenwirkung der Bomben nur bis auf eine Entfernung von $s = 0{\cdot}8e_1$, und eine nachhaltige Zerstörung nur innerhalb einer Entfernung von $t = 0{\cdot}7e_1$ vom Minenmittelpunkt erfolgen dürfte. $e_1 = \sqrt[3]{\frac{l}{c_1}}$ ist der Explosionshalbmesser der Sprengladung in dem betreffenden Erdreich und kann nach den auf Seite 15 gemachten Angaben berechnet werden. Wird der Coëfficient c_1 im Mittel mit 0·5 angenommen, so folgt für die obige Sprengladung von 25*kg*: $s \doteq 3{\cdot}00m$ und $t \doteq 2{\cdot}60m$. Die betreffenden Wirkungs-

Tafel I. Fig. 1.

---

[1]) Hiefür diene als Anhaltspunkt, dass schwere Bomben bei 60° Einfallwinkel

im gewachsenen Schotter	. . . . .	bis 2·00*m*
„ angeschütteten „	. . . . .	„ 3·00*m*
„ Sand	. . . . .	„ 4·00*m*
„ Lehm	. . . . .	„ 7·00*m*

tief, nach der Bahnrichtung gemessen, eindringen. Bei Voraussetzung einer planmäßigen Beschießung, wo damit gerechnet werden muss, dass mehrere Treffer annähernd auf denselben Punkt (oder in denselben Trichter) fallen können, sind diese Eindringungstiefen etwa um 1·00*m* zu vergrößern.

Sphären sind in die Figur eingetragen; hiedurch ist ersichtlich, dass das eigentliche Fundament der Mauer außerhalb der Wirkungs-Sphären bleibt, weshalb eine Beschädigung desselben durch die Explosion einer eingedrungenen Bombe nicht zu erwarten ist.

Tafel I. Fig. 2. In Fig. 2 wurde die mögliche Wurfrichtung im horizontalen Sinne höchstens unter 30° gegen die Längsrichtung der Mauer, der Einfallwinkel, wie früher, mit 60° angenommen. Bei einer 3·00*m* breiten Betonplatte ergeben sich bezüglich der Wirkungs-Sphären eingedrungener und explodierender Bomben nahezu die gleichen Verhältnisse wie bei Fig. I. Auch ist zu ersehen, dass für kleinere horizontale Eintreffwinkel, als etwa 30° (bei enfilierten Mauern), die angedeutete Versicherung durch eine Betonplatte auch hinter der Mauer nothwendig wird.

Material. Wenn auf die Wirkung von schweren Bomben keine Rücksicht genommen werden muss, so lassen sich auch Ziegel, Bruchsteine (letztere besonders für Fundamente), in Weißkalkmörtel, besser jedoch mit einem rascher bindenden Mörtel (aus Romancement oder Portlandcement), endlich Beton, verwenden. Die Ansichtsflächen der Mauer bleiben unverputzt; die Fugen werden verstrichen oder verbrämt.

Ist die Wirkung von schweren Bomben zu berücksichtigen, so ist Portlandcement-Beton das geeignetste Material. Das hier anzuwendende Mischungsverhältnis hängt wohl von localen Verhältnissen ab. Mischungen von Portlandcement zu Sand, zu Schotter, wie 1 : 2 : 4 bis 1 : 3 : 5 haben sich hiebei als entsprechend erwiesen; doch ist gute Qualität der Materialien vorausgesetzt.

Abdeckung. Die dem Bombenwurfe nicht ausgesetzten Mauern erhalten, wenn aus Beton hergestellt, eine beiderseits schwach geneigte Krone mit abgerundeten Kanten; sind sie in Ziegel oder Bruchstein ausgeführt, so werden sie zum Schutze gegen das Eindringen von Niederschlagswässern und das darauf folgende Zerstören durch Frost, mit einer Abdeckung aus wetterfesten Stein- oder Cementplatten, aus Ziegelrollscharen, oder aus Dachziegeln versehen[1]).

Bei allen dem Bombenwurfe ausgesetzten Mauern ist die oberste Betonschichte von etwa 0·60*m* Stärke, in einer Mischung von etwa 1 : 2 : 4 besonders sorgfältig auszuführen, und sind die Kanten (mit einem Halbmesser von etwa 0·30*m*) abzurunden.

Die Betonierung soll womöglich auf die ganze Mauerhöhe in einem Zuge ausgeführt werden.

---

[1]) Beispiele siehe „Constructions-Details der Kriegsbaukunst“. Maurer- und Steinmetzarbeiten, Abschnitt II, Blatt 1 bis einschließlich 5.

2. Anliegende Mauern.

a) Escarpe-Mauern.

Derartige Escarpe-Mauern werden in der Regel nur dort Anwendung finden können, wo sie, sowohl gegen den indirecten Demolierschuss, als auch gegen die Wirkung von Brisanzbomben, schon durch ihre Lage gedeckt sind, indem die Maßregeln zu ihrer Sicherung nach diesen Richtungen nicht nur schwierig und kostspielig, sondern auch mehr oder weniger unvollkommen sind.

Die Höhe der Escarpe-Mauer als sturmfreies Hindernis hat wenigstens 5·00*m* zu betragen.

Die Mauerdicke wird nach statischen Rücksichten bestimmt.

Liegt die Escarpe-Mauer derart, dass sie dem indirecten Demolierschuss ausgesetzt wäre, so soll sie gegen letzteren durch die Überhöhung des vorliegenden Glacis-Kammes gedeckt werden. Diesbezüglich gelten folgende Erwägungen:

Zum indirecten Demolieren können kurze Kanonen (Haubitzen) größeren Calibers (15, 18 und 21*cm*) Verwendung finden, wobei die Geschosse eine Endgeschwindigkeit nicht unter 160*m* haben müssen, damit ein entsprechender Effect erreicht werde. Ist ferner eine gangbare Bresche zu erzeugen, so muss im allgemeinen die obere Mauerhälfte demoliert werden. Um dieses Resultat ohne allzugroßen Munitionsaufwand zu erreichen, dürfen nicht zu gekrümmte Flugbahnen in Anwendung kommen, da diese mit einer geringen Präcision und einer unzureichenden Percussion untrennbar verbunden sind. Erfahrungsgemäß sind die indirecten Demolier-Batterien nicht über 2.000*m*, und überdies so anzulegen, dass die Schussdirectionen mit der Normalen zur Mauerflucht keinen größeren Winkel als 30° (Eintreffwinkel im horizontalen Sinne von 60°) einschließen; ferner wird die Präcision noch genügend sein, wenn die halbe Mauerhöhe unter 20° gefasst werden kann. Sind die Profilverhältnisse derart, dass letzteres nicht möglich ist, so erscheint es vortheilhaft, durch Abkämmen, Absprengen u. dgl. das Deckungsverhältnis zu verschlechtern.

Es ist somit das in Fig. 3 dargestellte Profil ein solches, das indirect breschierbar ist; bei selbem ist Tafel I. Fig. 3.

$$\operatorname{tg}\alpha = \operatorname{tg} 20^\circ - \frac{h}{2e} = 0{\cdot}364 - \frac{h}{2e}.$$

Der Cordon ist sonach zur Deckung um ein solches Maß unter die deckende Linie (den Defilierungsplan) zu versenken, dass

$$\operatorname{tg}\alpha > 0{\cdot}364 - \frac{h}{2e}$$

wird; macht man $\operatorname{tg}\alpha = 0{\cdot}364$, so ist die Mauer zu Demolierzwecken überhaupt nicht treffbar; wird außerdem noch berücksichtigt, dass die Schussdirectionen der Demolier-Batterien 30° von der Normalen abweichen, also $e_1 = \frac{e}{\cos 30^\circ} = \frac{e}{0{\cdot}866} = 1{\cdot}155\,e$ werden kann, so wird allen Anforderungen entsprochen, wenn $\operatorname{tg}\alpha = 0{\cdot}364 \times 1{\cdot}155 = 0{\cdot}42$ oder rund $^2/_5$ gemacht, also der Cordon unter 2 : 5 gedeckt wird.

Bei Escarpe-Mauern, welche nicht genügend gegen den indirecten Demolierschuss gedeckt werden können, ist die sogenannte Breschbogen-Construction anwendbar.

Tafel I. Fig. 4.

Bei dieser sind in lichten Abständen von 4 bis 6*m*, Pfeiler von 1·0 bis 1·5*m* Dicke und mit einer von der erforderlichen Stabilität abhängigen Länge so angeordnet, dass die äußeren Pfeilerstirnen in die beabsichtigte Escarpe-Flucht zu liegen kommen. Die Pfeiler sind in möglichst großer Höhe durch Gewölbe (Breschbogen) verbunden; diese tragen ober sich den zur Erreichung der beabsichtigten Cordonhöhe noch erforderlichen Mauerkörper, und erhalten unter sich zur Vervollständigung des Abschlusses eine Blendmauer von wenigstens 0·60*m* Stärke eingefügt; die Außenflucht dieser Blendmauer fällt mit der Escarpeflucht überein. Die Breschbogen sind hinter der aufgesetzten Mauer entweder voll, oder aber, unter Anwendung von Ixen, übermauert.

Die Innenwölbung der Breschbogen wird entweder nach einem Halbkreisbogen, oder aber nach einem flachen Bogen bis 120° Centriwinkel herab, geformt. Die Gewölbsdicke kann, wenn hier nicht auf Brisanzgeschosse zu rechnen ist, nach der Formel

$$d = 0{\cdot}5 + 0{\cdot}15\,r$$

bestimmt werden. worin d die Dicke in Metern, r der Radius des Innenbogens gleichfalls in *m* ist. Sonst muss die Dicke mit Rücksicht auf die Geschosswirkung bestimmt werden, worüber die Angaben weiter unten folgen. Hinter der Blendmauer, unter den Breschbogen, böscht sich das Hinterfüllungsmaterial entsprechend ab.

Die Blendmauer erhält Wasserablauföffnungen, insbesondere bei undurchlässigem Anschüttungsmaterial. Der in der Hinterflucht der Blendmauer gelegene Böschungsfuß soll nicht allzuhoch über der Grabenssohle liegen. Der Anlauf der Breschbogen kann auch nach rückwärts fallend angenommen werden.

In einer derartigen Escarpe-Mauer kann eine gangbare Bresche nur dadurch erzeugt werden, dass, entweder einzelne Pfeiler soweit zerstört werden, dass der Einsturz der von ihnen getragenen Breschbogen erfolgt, oder, dass die Gewölbe soweit demoliert werden, dass der ober

ihnen ruhende Erdkörper in genügender Ausdehnung nachstürzt. Ersteres erfordert, des schmalen Zieles wegen, einen bedeutenden Munitionsaufwand; letzteres kann mit Flachbahnfeuer auch nur dann durchgeführt werden, wenn eine, der geringen Zielhöhe (Gewölbdicke) entsprechende Schusspräcision vorhanden ist. Diese Präcision ist jedoch nur bei weniger gekrümmten Flugbahnen erreichbar; es gilt als Regel, dass Breschbogen mit Einfallswinkel von 7 bis 8° gefasst werden sollen, um sie mit nicht allzugroßem Munitionsaufwande demolieren zu können. Ist daher die Escarpe im allgemeinen unter 20° gedeckt, so kann, bei gleichem Höhenunterschiede des Cordons und der deckenden Linie, der Abstand beider stellenweise (z. B. bei Grabenkoffern an der Escarpe) auf das Doppelte vergrößert werden (es ist dann etwa $\alpha = 10°$), ohne dass dadurch die Breschierbarkeit wesentlich vergrößert wird.

Durch Einschalten von Bermen in der Cordonhöhe wird auch ein, durch das Abschießen des ober den Gewölben befindlichen Mauertheiles drohender, streckenweiser Absturz der Brustwehr hintangehalten.

Bei Gräben, die so laufen, dass eine Escarpe-Mauer der Wirkung von Brisanzbomben ausgesetzt wäre, wird man in der Regel nach dem eingangs Gesagten von dieser Hindernisanlage absehen. Sollte dennoch ausnahmsweise in einem solchen Falle eine Escarpe-Mauer zur Anwendung kommen, so erfolgt die Sicherung ihres Fundamentes durch eine Beton-Fundamentplatte, wie bei freistehenden Hindernismauern erwähnt; jene des Mauerhauptes, durch eine harte Abpflasterung oder eine solide Abdeckung; endlich gegen Brisanzbomben, die hinter die Mauer eindringen und dort explodieren könnten, durch eine Betondeckplatte, nach den gleichen Grundsätzen, wie für Contreescarpe-Mauern weiter unten bepsrochen werden wird.

Zur Ermittlung der Stärken von Escarpe-Mauern, welche ohne des Schutzes der vorerwähnten Betondeckplatte die erforderliche Widerstandsfähigkeit gegen die Sprengwirkung von, hinter die Mauer eindringenden Brisanzbomben haben sollen, dient die auf Seite 14 angedeutete Berechnungsweise. Darnach muss die obere Dicke der Mauer $d_1 = 0{\cdot}82 \sqrt[3]{l}$ sein. In der Tiefe, wo durch die Erdschüttung eine ausreichende Verdämmung bei der Explosion gebildet wird, also etwa auf $w_1 = \sqrt[3]{l}$ unter der Mauerkrone, hat die Mauerstärke: $d_2 = 1{\cdot}04 \sqrt[3]{l}$ zu betragen. Hiebei ist natürlich eine ausreichende Stabilität der Mauer in baulicher Beziehung vorausgesetzt.

Ist die Wurfebene nahezu senkrecht zur Escarpe-Richtung, so wird die Explosion einer hinter der Mauer einschlagenden Bombe stets in

größerem Abstande von ihr stattfinden, also sie in einem geringen Maße schädigen.

b) Contreescarpe-Mauern.

Die Contreescarpe-Mauer besitzt gegenüber den anderen Hindernismauern den wesentlichen Vortheil, dass sie an den dem Angriffe am meisten ausgesetzten Seiten der Befestigung (Facen und Flanken), in der Regel schon vermöge ihrer Lage, gegen das indirecte Geschützfeuer gedeckt ist; ihre Zerstörung durch den indirecten Demolierschuss ist daher ganz ausgeschlossen, oder doch schwer durchführbar. Auch das Fundament der Mauer ist zumeist der Wirkung von schweren Bomben entzogen.

Die Graben-Flankierungsanlagen können, bei Anwendung von Contreescarpe-Mauern, in diese verlegt werden, wodurch ihnen der gleiche Vortheil einer guten Deckung zukommt.

Die Zerstörung dieser Mauer durch Sprengung bedingt entweder zeitraubende Vorarbeiten zur Anbringung von Ladungen an der Erdseite der Mauer, als: Anlage von Minengängen oder Brunnen; oder gewagte Unternehmungen, um durch freie, an der Grabenseite der Mauer vom Glacis aus herabgelassenen Ladungen die Breschierung zu versuchen, oder die Flankierungsanlage in der Contreescarpe lahmzulegen. Beide Maßregeln sind bei einem intacten und wachsamen Vertheidiger nicht ausführbar; letztere kann überdies durch entsprechende Schutzgitter erschwert, wenn nicht unmöglich gemacht werden.

Die Höhe der Contreescarpe-Mauer über der Grabensohle soll 6—7*m* betragen. Die Außenwand wird in der Regel geböscht: Neigung, höchstens 1 : $^1/_5$, meistens 1 : $^1/_{10}$; die Rückwand wird entweder vertical oder im unteren Theile geneigt (gewöhnlich parallel der Außenwand) hergestellt.

Die Mauerdicke ist für jeden gegebenen Fall nach statischen Rücksichten zu bestimmen.

Zum Schutze gegen schwere Bomben erhalten Contreescarpe-Mauern am Mauerhaupte eine harte Abpflasterung (Granit oder Porphyr) von 0·60*m* Stärke, bezw. eine ebenso starke Abdeckung mit bestem Pertlandcement-Beton und überdies eine 1·00*m* starke Betondeckplatte; letztere, welche die auftreffenden Bomben am weiteren Eindringen verhindern soll, wird in ihrer Breitendimension, mit Rücksicht auf die in dem betreffenden Erdreiche mögliche Eindringungstiefe [1]) der

Tafel I. Fig. 5.

[1]) Siehe Fussnote auf Seite 19.

Bomben derart bemessen, dass die Explosionspunkte sich höchstens auf die Explosionshalbmesser-Länge $e_1 = \sqrt[3]{\frac{l}{c_1}}$ (siehe Seite 15) der äußeren d. i. der freiliegenden Seite (Grabenseite) der Contreescarpe nähern können. In der nebenbezeichneten Figur wurde e_1 für die Sprengladung von $25kg$ und für $c_1 = 0{\cdot}60$, mit $3{\cdot}50m$ berechnet.

Contreescarpe-Mauern, welche, bei ausreichender Sicherheit rücksichtlich ihrer Stabilität und bei solider Herstellung, eine obere Stärke von $d_1 = 0{\cdot}82\sqrt[3]{l}$ und eine mittlere von $d_2 = 1{\cdot}04\sqrt[3]{l}$ haben, benöthigen zum Schutze gegen Brisanzbomben keine Betondeckplatte. Diesbezüglich wird auf das bei „Escarpe-Mauern“ Gesagte verwiesen.

Das Fundament wird nur nach baulichen Rücksichten angeordnet. Wenn ausnahmsweise auch hier auf die Wirkung von Brisanzbomben zu rechnen ist, so erfolgt die Versicherung in gleicher Weise wie bei freistehenden Mauern.

Baumaterial. Für die Herstellung empfiehlt sich Portlandcement-Beton; gegen schwere Bomben im Mischungsverhältnis 1:2:4 bis 1:3:5; sonst 1:3:6 oder 1:4:8. Kommen Bruchsteine oder Ziegel zur Anwendung, so ist womöglich Cementmörtel zu benützen. Als Hinterfüllung dienen Bruchsteine oder grober Schotter.

Zur Entwässerung des Hinterfüllungs-Materiales sind in der Mauer oberhalb des Fundamentes, in Abständen von 4 bis $10m$ Wasserablauflöcher anzuordnen; sie erhalten $10cm$ Breite und eine dem Materiale entsprechende Höhe von 15 bis $30cm$, und ein Gefälle von etwa 10% nach außen.

Auf eine entsprechende Versicherung des Mauerhauptes gegen Eindringen der Feuchtigkeit in die Mauer ist jedenfalls Bedacht zu nehmen.

Die Contreescarpe-Mauer kann auch mit Breschbögen construiert werden. In dieser Beziehung gilt das bei Escarpe-Mauern Gesagte [1]).

B. Sonstige Hindernisse.

a) Eiserne Hindernisgitter.

Eiserne Gitter können in Gräben als sturmfreie Hindernisse statt freistehenden oder Escarpe-Mauern zur Anwendung kommen. Sie finden ihre Aufstellung am Fuße der Escarpeböschung, werden in ein Betonfundament oder einen Betonsockel versetzt und erhalten eine Gesammt-

[1]) Beispiele in den Constructions-Details der Kriegsbaukunst: Maurer- und Steinmetzarbeiten, III. Abschnitt, Blatt 17 und 18.

höhe von 3 bis 4*m* über die Grabensohle. Solche Gitter haben Mauern gegenüber den Vortheil, dass sie durch das frontale Geschützfeuer weniger leiden; einerseits ist die Wirkung, selbst von Brisanzgeschossen, meist nur local und bleibt auf die direct getroffenen Gitterstäbe beschränkt, anderseits können solche Schäden den Hinderniswert nicht nur wenig beeinträchtigen, sondern sind auch gegebenen Falles leicht und rasch, beispielsweise durch eine Drahtverflechtung, zu beheben. Gegen Schrägfeuer, sowie gegen eine Beschießung der Länge nach, sind Hindernisgitter jedoch sehr empfindlich, weshalb sie dort, wo sie solchem Feuer ausgesetzt wären, nicht zur Anwendung kommen sollen.

Grundsätzlich sind alle Verticalstäbe des Gitters mit dem Fundamente in solide Verbindung zu bringen; solche Stäbe kann ein Treffer wohl durchschlagen oder verbiegen, die Theile werden aber meist nicht weggeschleudert, und bleiben so in dem Hindernisse.

Gegen Beschädigung des Fundamentes sind sie weniger empfindlich als Mauern; deshalb muss eine Versicherung gegen das Unterfahren der Fundamente durch Brisanzbomben nur dort vorgenommen werden, wo in dieser Beziehung besondere Gefahr besteht; dann gelten auch dieselben Grundsätze wie bei freistehenden Mauern.

Die Eisentheile des Gitters sind so zu dimensionieren, dass letzteres gegen menschliche Gewalt ausreichend gesichert erscheint. Statt der Anordnung von soliden Verstrebungen, wird es sich empfehlen, eine zweite Gitterwand, 1·50 bis 2·00*m* von der ersten entfernt, aufzustellen und beide gegeneinander abzusteifen; bei Verwendung von Winkeleisen wird hiedurch, ohne einen bedeutenden Mehraufwand an Material, das Hindernis als solches erheblich gewinnen.

Tafel I. Fig. 6, 7. Fig. 6 stellt ein derartiges zweireihiges Gitter dar. Fig. 7 zeigt eine von Brialmont vorgeschlagene Construction.

Die Kosten eines solchen sturmfreien Hindernisgitters sind insbesondere im Vergleiche mit dem nächst angeführten permanenten Drahthindernisse, verhältnismäßig hoch.

Tafel I. Fig. 8. Hindernisgitter werden auch auf die Krone von freistehenden und Escarpe-Mauern aufgesetzt, um die Gesammthöhe des Hindernisses zu vergrößern, bezw. um die Mauerwerksdeckung gegen frontales Feuer günstiger zu gestalten.

Tafel I. Fig. 9. Zum Schutze der Contreescarpe und besonders der in derselben angebrachten Flankierungs-Anlagen gegen Sprengladungen, welche an der Grabenseite der Mauer vom Glacis aus herabgelassen werden, empfiehlt sich die Anordnung von horizontalen, oder nach abwärts ge-

neigten Gittern unterhalb des Cordons der Mauern. Die Gitterstäbe können mit Blech bekleidet werden, oder wären mit einer Verflechtung von Stacheldraht und 2*mm*-Draht derart zu versehen, dass ein Durchstecken der erforderlichen Sprengladungen selbst in einzelnen Theilladungen von etwa 10*kg*, ohne Beseitigung des Drahtgeflechtes, nicht möglich ist, was bei einer Maschenweite von beiläufig 5—8*cm* erreicht werden dürfte. Auch am Mauerhaupte der Contreescarpe angebrachte verticale Gitter von etwa 1·5*m* Höhe können gleichen Zwecken dienen und werden namentlich dann angewendet, wenn ein gedeckter Weg (Rondenweg) vorhanden ist. Tafel I. Fig. 9a.

b) Drahthindernisse.

Das permanente Drahthindernis hat anderen Hindernissen gegenüber, von welchem hauptsächlich die Contreescarpe-Mauer in Betracht kommt, den wesentlichen Vorzug der Billigkeit, bei einem ausreichenden Widerstandsvermögen. Es kann entweder in Combination mit anderen Hindernissen oder für sich allein zur Anwendung kommen.

Bildet das Drahthindernis das alleinige passive Mittel der Sturmfreiheit, so soll dasselbe wenigstens eine Breite von 10 bis 12*m* haben.

Man kann es sowohl in flankierten Gräben, als auch in directe vom Walle aus bestrichenen Vorgräben, oder an beiden Orten zugleich anlegen. In jedem Falle ist es jedoch gegen feindliche Sicht zu decken.

Wird infolge eines zulässigen minderen Grades an Sturmfreiheit von einer Grabenflankierungs-Anlage abgesehen, so ist die Sturmfreiheit in einfachster Weise durch ein, und zwar direct vom Walle aus bestrichenes, Drahthindernis zu erreichen, indem dieses bei entsprechender Breite auch frontal wirksam zu vertheidigen ist.

Das permanente Drahthindernis wäre am besten, nach einem ausländischen System, aus einem Gerippe von langen und kurzen schmiedeisernen Stäben zusammenzusetzen, welche ein Netz von Stacheldraht tragen, das durch eine Verflechtung mit 2*mm* starkem verzinktem Eisendraht verdichtet ist.

In Hauptgräben ohne Hindernismauern empfehlen sich Drahthindernisse mit 1·70*m* hohem Drahtnetze; ansonsten und insbesondere in Vorgräben, solche mit 1·20*m* hohem Drahtgeflechte.

Die nebenbezeichneten Figuren sollen beiläufige Anhaltspunkte geben, wie solche Drahthindernisse im Detail angeordnet werden könnten. Tafel I. Fig. 10, 11 u. 12.

Die Stäbe sind behufs Anbringung des Drahtes mit Ösen versehen und werden entweder in einem Betonsockel von 0·50*m* Seitenlänge ver- Tafel I. Fig. 12.

setzt, oder was besser und auch billiger ist, sie werden unmittelbar in den Boden eingegraben. In letzterem Falle bewirken zwei horizontale, sich kreuzende, 0·50*m* lange Rundeisenstäbe, welche durch Ösen am unteren Stabende gesteckt werden, eine entsprechende Verankerung.

Die einzelnen Stäbe werden auf 1·00*m* Abstand in mehreren
Tafel I. parallelen Reihen gesetzt, die ihrerseits senkrecht auf die Angriffs-
Fig. 10. richtung stehen und gleichfalls 1·00*m* von einander entfernt sind. In jeder Reihe wechseln sich lange und kurze Stäbe ab. Jede folgende Reihe ist gegenüber der vorhergehenden um die halbe Entfernung
Tafel I. zweier Stäbe verschoben, wodurch sich eine schachbrettförmige An-
Fig. 11. ordnung ergibt. Die Drahtverflechtung ist aus den Figuren 11 zu ersehen.

Durch die Geschosswirkung des eigenen (flankierenden oder bestreichenden) Gewehrfeuers erleidet der Hinderniswert des Drahtnetzes keine Einbuße, auch wird das Schießen durch dieses Hindernis in keiner Weise behindert; doch ist bei Anwendung von Scharten, aus welchen die Flankierung zu erfolgen hat, zu beachten, dass die Schartenmitten stets in die Mitte zweier Stabreihen fallen.

Im Ausrüstungsfalle können als Ergänzung der bereits vorhandenen permanenten Hindernisse auch feldmäßige Drahthindernisse, besonders an den Böschungen der beiden Escarpen, oder auch an der Sohle revetierter Gräben und in den Vorgräben, Anwendung finden.

Eine Drahtverflechtung (in permanenter oder feldmäßiger Ausführung) empfiehlt sich auch überall dort, wo eine Sprengung durch frei angelegte Ladungen zu besorgen ist, wie bei Flankierungsanlagen. Durch ein entsprechend hergestelltes und das Object entweder umhüllendes, oder dasselbe überragendes Drahtgeflecht soll das unmittelbare Anlegen von Ladungen erschwert, bezw. ohne vorheriger Beseitigung des ersteren, unmöglich gemacht werden.

c) Hecken.

Bei Werken empfiehlt es sich, im Frieden die Grabensohle und den Fuß der in Erde geböschten Escarpen, dann das Glacis, bezw. auch den Vorgraben, mit dichten Hecken, lebenden Zäunen, Akazien, Weiden u. dgl. zu bepflanzen; während der Vertheidigungs-Instandsetzung werden diese Gewächse entsprechend zugerichtet und mit einer Drahtverflechtung, ähnlich wie beim Drahthindernisse, versehen; sie geben hiedurch ein sehr wirksames Mittel zur Erhöhung und Vervollständigung der Sturmfreiheit ab.

III. Hohlbauten.

A. Construction mit Rücksicht auf die Geschosswirkung.

Das Maß der Widerstandsfähigkeit von Hohlbauten gegen die Geschosswirkung richtet sich einerseits nach dem wirksamsten Geschütze, bezw. Geschosse, welches gegen das betreffende Object zur Anwendung gelangen kann, dann nach den Umständen (Distanz, überlegenes Feuer, Zeitdauer u. s. w.), unter welchen in jedem besonderen Falle die Bekämpfung möglich ist, anderseits aber auch nach der Wichtigkeit und der Bestimmung des zu schützenden Objectes.

Während die Deckenconstructionen hauptsächlich gegen die Wirkung steil einfallender Wurfgeschosse zu sichern sind, kommt bei den Seitenwänden auch das Flachbahngeschütz zu berücksichtigen.

Um den Haupteffect der zerstörenden Wirkung von Brisanzgeschossen gegen Deckenconstructionen, den der Sprengwirkung möglichst herabzumindern, empfiehlt sich die Construction der Decken o h n e einer Erdanschüttung, wonach die Sprengladung entweder ganz frei, oder nur mit einer mangelhaften Verdämmung zur Explosion gelangt. Insbesondere dort, wo die Sicherung gegen schwere Bomben zu erfolgen hat, ist die Erdanschüttung womöglich zu vermeiden. Um hierbei jedoch dem nachtheiligen Einflusse der Fallwirkung auf die Construction theilweise zu begegnen, wird die oberste, freie Mauerwerkschichte der Decke als harte Abpflasterung (Granit oder Porphyr), oder im besten Portland-Cement-Beton herzustellen sein. Die verhältnismäßig dünnwandigen Brisanzgeschosse werden beim directen Auftreffen auf eine solche widerstandsfähige Schichte entweder zerschellen, oder gelangen bei Anwendung von empfindlichen Zündern schon früher zur Explosion, bevor die ganze Auftreff-Energie des Geschosses sich geltend gemacht hat.

Nachdem jedoch in manchen Fällen — so bei der Reconstruction bestehender Befestigungen, oder um die Wirkung explodierender Geschosse für die Umgebung zu vermindern — die Erdanschüttung auf den Decken von Hohlbauten nicht zu vermeiden sein wird, so sollen hier beide Constructionsarten, d. i. jene o h n e, und jene m i t einer Erdanschüttung besprochen werden.

Entsprechend der am Schlusse des I. Theiles gemachten Bemerkung wird hier die Unterscheidung getroffen zwischen H o h l b a u t e n g e g e n s c h w e r e B o m b e n und solchen gegen l e i c h t e r e G e s c h o s s e. Für beide Arten sind die Decken und die Seitenwände getrennt behandelt.

I. Hohlbauten gegen schwere Bomben.

a) Decken.

Die Decken werden entweder als Gewölbe, oder als horizontale Decken hergestellt; letztere mit Hilfe von eisernen Trägern.

Gewölbe.

Gewölbe gegen schwere Bomben sind am besten aus Portland-Cement-Beton oder aus festen, gutbearbeiteten Bruchsteinen in Portland-Cementmörtel auszuführen.

Die Spannweite soll in der Regel nicht mehr als 5·00*m*, und hiebei der Centri-Winkel des Gewölbebogens der Innenleibung nicht weniger als 120 Grade betragen. Bei kleineren Spannweiten kann der Radius des Unterbogens bis auf 2·90*m* vergrößert werden. Die Gewölbe erhalten womöglich eine volle Nachmauerung, welche bei Gewölbs-Complexen, gemeinschaftlich, entweder pult- oder satteldachartig, mit einem Falle von 1 : 20 oder 1 : 25, abgeglichen wird. Über die Nachmauerung erhalten diese Gewölbe eine Granit- oder Porphyr-Abpflasterung, welche in Cementmörtel herzustellen ist.

Die Gesammtstärke solcher Decken ohne Erdanschüttung an ihrer schwächsten Stelle wird gegen die Sprengwirkung nach den auf Seite 14 gemachten Angaben aus $D = 0{\cdot}48\sqrt[3]{l}$ zu berechnen sein. Hierzu ist wegen der Auftreffwirkung, je nach dem hiebei in Betracht kommenden Materiale ein Zuschlag von 0·15*m* (für harten Granit) bis 0·40*m* (für mäßig harten Beton nach der weiter unten beschriebenen Anordnung) zu geben. Von der so ermittelten Gewölbstärke entfallen auf die Abpflasterung 0·40 bis 0·50*m* Höhe. Die einzelnen Pflastersteine erhalten mindestens 0·50*m* Seitenlänge und werden ohne jede Verdübelung oder Verankerung in den Mörtel versetzt.

Bei Ziegelgewölben, welche nur ausnahmsweise anzuwenden sind, ist ebenfalls eine derartige gleichstarke Abpflasterung anzubringen. Die Gewölbestärke an der schwächsten Stelle, ohne Einrechnung der Abpflasterung, soll $= 0{\cdot}48\sqrt[8]{l}$ sein. An der inneren Leibung ist gegen das Herabfallen von Ziegeltrümmer eine Verkleidung aus Eisenblech (oder Wellblech) anzubringen. Bei der sich hiernach ergebenden Gesammtstärke von $0{\cdot}48\sqrt[3]{l}$ + (0·50*m* Abpflasterung) ist auch der Auftreffwirkung Rechnung getragen.

Aus Rücksicht der Ökonomie kann dort, wo derartige harte Abpflasterungen sehr theuer kommen, statt der letzteren eine $0{\cdot}50m$ dicke Abdeckung (bezw. das ganze Gewölbmauerwerk) in Portlandcement-Beton hergestellt werden. Die Constructionsstärke an der schwächsten Stelle kann nach den vorstehenden Angaben bemessen werden, es ist jedoch die oberste $0{\cdot}50m$ dicke Betonschichte in diesem Falle besonders sorgfältig auszuführen und das beste Material, sowie das günstigste Mischungsverhältnis anzuwenden. Derartige Gewölbdecken, ohne harte Abpflasterung, erhalten zum Schutze gegen Witterungseinflüsse eine Deckschichte von $0{\cdot}50$ bis $0{\cdot}60m$ Erde.

Bedingen die Verhältnisse eine geringere Constructionshöhe der Gewölbe, so kann man 50 bis $60mm$ starke Flusseisen-Calotten mit geringem Stiche ($^1/_{10}$ bis $^1/_{12}$ der Spannweite) und darüber eine Betondecke mit gleicher Abpflasterung, oder mit Betonabdeckung wie oben erwähnt, in der Gesammtstärke von $D^1 = 0{\cdot}30\sqrt[3]{l}$ verwenden. Eine solche Construction, kann bis zu einer Spannweite von etwa $2{\cdot}5m$ Anwendung finden. Tafel I. Fig. 13.

Gewölbe mit Erddecken sollen, wie schon erwähnt, dort wo Sicherung gegen schwere Bomben gefordert wird, möglichst vermieden werden; kommen sie jedoch vor, so gilt als Regel, dass Gewölbe, welche ober sich eine Erd- oder Schotterschüttung von solcher Dicke haben, dass der Explosionspunkt einer eingedrungenen Bombe[1]) sich von deren Innenleibung nicht näher als das auf Seite 15 für diesen Fall angegebene Maß von $e_1 = \sqrt[3]{\frac{l}{c_1}}$, $c_1 \begin{matrix} > 0{\cdot}3 \\ < 0{\cdot}8 \end{matrix}$, befinden kann, einfach nach statischen Regeln zu berechnen sind.

Genügt die Höhe der Erddecke nicht dieser Forderung, so ist das Gewölbe umso stärker zu halten, je kleiner die Entfernung zwischen Explosionspunkt und Innenleibung werden kann, wie dies auf Seite 15 des näheren erörtert wurde.

Die größte Gewölbstärke wird bei einer bestimmten Spannweite naturgemäß dann anzuwenden sein, wenn die Bombe bis an die Oberleibung des Gewölbes eindringen und hier, durch die Erdüberdeckung vollkommen verdämmt, zur Explosion gelangen kann. Für diesen Fall ist nach der vorangegebenen Stelle die Dicke D des Gewölbes zu berechnen nach $D_3 = 0{\cdot}83\sqrt[3]{l}$.

Ziegelgewölbe mit Erddecke sollen eine wenigstens $0{\cdot}50m$ starke Nachmauerung in gutem Portlandcement-Beton erhalten, in welchem

[1]) Bezüglich der Eindringungstiefen siehe Fußnote auf Seite 19.

Falle dann die Gesammtstärke des Gewölbes an der schwächsten Stelle einschließlich der Nachmauerung nach den vorstehenden Angaben angenommen werden kann. Die Innenleibung des Gewölbes ist auch hier gegen das Herabfallen von Ziegelstücken mit Eisenblech (oder Wellblech) zu bekleiden.

Horizontale Decken.

Horizontale Decken werden bei geringer verfügbarer Constructionshöhe bis zu Stützweiten von etwa 5·00*m* angewendet, sind jedoch im allgemeinen kostspieliger als Gewölbe.

Die Decke wird durch I-Träger mit, bis zu etwa 0·40*m* großen, Intervallen gebildet, zu deren Schließung 2 bis 3*mm* starke bombierte Bleche über die unteren Flantschen gelegt werden. Über diese Bleche, sowie über die Träger, kommt eine Betondecke mit einer harten Abpflasterung wie bei Gewölben. Die gesammte Constructionshöhe (von der Unterkante der Träger an gerechnet) kann um 10% geringer gehalten werden, als die entsprechende Dicke eines Betongewölbes. In manchen Fällen wird es sich jedoch ökonomischer herausstellen, die Betonstärke der Decke etwas zu vergrößern, um an der Träger-Construction zu ersparen, worüber die weiter unten folgende Berechnung Aufschluss geben wird.

Aus Rücksicht der Ökonomie kann unter den gleichen Verhältnissen wie bei Betongewölben, und bei Beibehalt der obigen Constructionshöhe, die ganze Übermauerung in Portlandcement-Beton hergestellt werden.

Den Trägerauflagern ist eine besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Zur gehörigen Vertheilung des Druckes lagern die Trägerenden am besten auf einheitlichen Unterlagsplatten aus Stahlguss, deren Breite mit etwa $\frac{1}{15}$ der freien Trägerlänge, jedoch wenigstens mit 250*mm* angenommen werden kann, und welche 0·10*m* von der Kante des Mauerabsatzes abgeschoben werden; aus ökonomischen Gründen werden sich hier auch entsprechend breite Eichenpfosten verwenden lassen.

Die tragenden Mauern sind aus Portlandcement-Beton herzustellen, oder es kann durch Anordnung einer Quaderschichte unter den Unterlagsplatten für die Druckvertheilung auf eine genügend große Mauerfläche gesorgt werden. Auf eine entsprechende Verankerung der Träger untereinander, insbesondere bei den Randträgern, ist Bedacht zu nehmen.

Befände sich ausnahmsweise eine Erdanschüttung auf einer solchen horizontalen Deckenconstruction, so erfolgt die Bestimmung der erforderlichen Betonstärke nach den gleichen Grundsätzen, wie bei Betongewölben mit Erddecke.

Durch die nachfolgend vorgebrachte Theorie[1]) soll gezeigt werden, in welcher Weise die Berechnung der Trägerconstruction einer derartigen horizontalen Decke, bei Berücksichtigung der Auftreff-Energie, erfolgen kann.

Wenn ein Geschoss vom Gewichte G mit der verticalen Geschwindigkeits-Componente v auf die Decke auffällt, so wird hiedurch dem Betonkörper der Impuls zu einer Bewegung mit einer Geschwindigkeit ertheilt, welche man durch die Relation erhält:

$$(M + m)\ V = m v \quad \ldots\ldots\ldots\ldots 1)$$

Hierin bezeichnet m die Masse des Geschosses, also $m = \frac{G}{g}$ ($g = 9{\cdot}81$, Beschleunigung der Schwerkraft) und M die Masse des Betonkörpers; nennt man C die Cubatur desselben und γ das Gewicht eines m^3 Beton, so ist $M = \frac{\gamma}{g} C$.

Das Geschossgewicht G ist gegen das Gewicht $\gamma \,.\, C$ des Betonkörpers verschwindend klein (wesentlich kleiner als 1%), so dass man m neben M ohneweiters vernachlässigen und daher Gleichung 1) in der Form schreiben kann:

$$M V = m v = \frac{G}{g} v \quad \ldots\ldots\ldots\ldots 1a)$$

Durch die dem Betonkörper ertheilte Geschwindigkeit V erhält derselbe die lebendige Kraft $\frac{M V^2}{2}$, und ist dadurch imstande, eine ebenso große Arbeit A zu leisten, daher ist:

$$A = \frac{M V^2}{2} = \frac{M V}{2} \,.\, V = \frac{G v}{2 g} \cdot \frac{G v}{g M}$$

wegen $g M = \gamma C$ wird

$$A = \frac{G v^2}{2 g} \cdot \frac{G}{\gamma C}.$$

Hierin bezeichnet der erste Factor $\frac{G v^2}{2 g} = \frac{m v^2}{2}$ die lebendige Kraft, also die sogenannte Energie E' des Geschosses in verticalem Sinne, weshalb man obige Gleichung auch schreiben kann:

$$A = \frac{E' G}{\gamma C} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots 2)$$

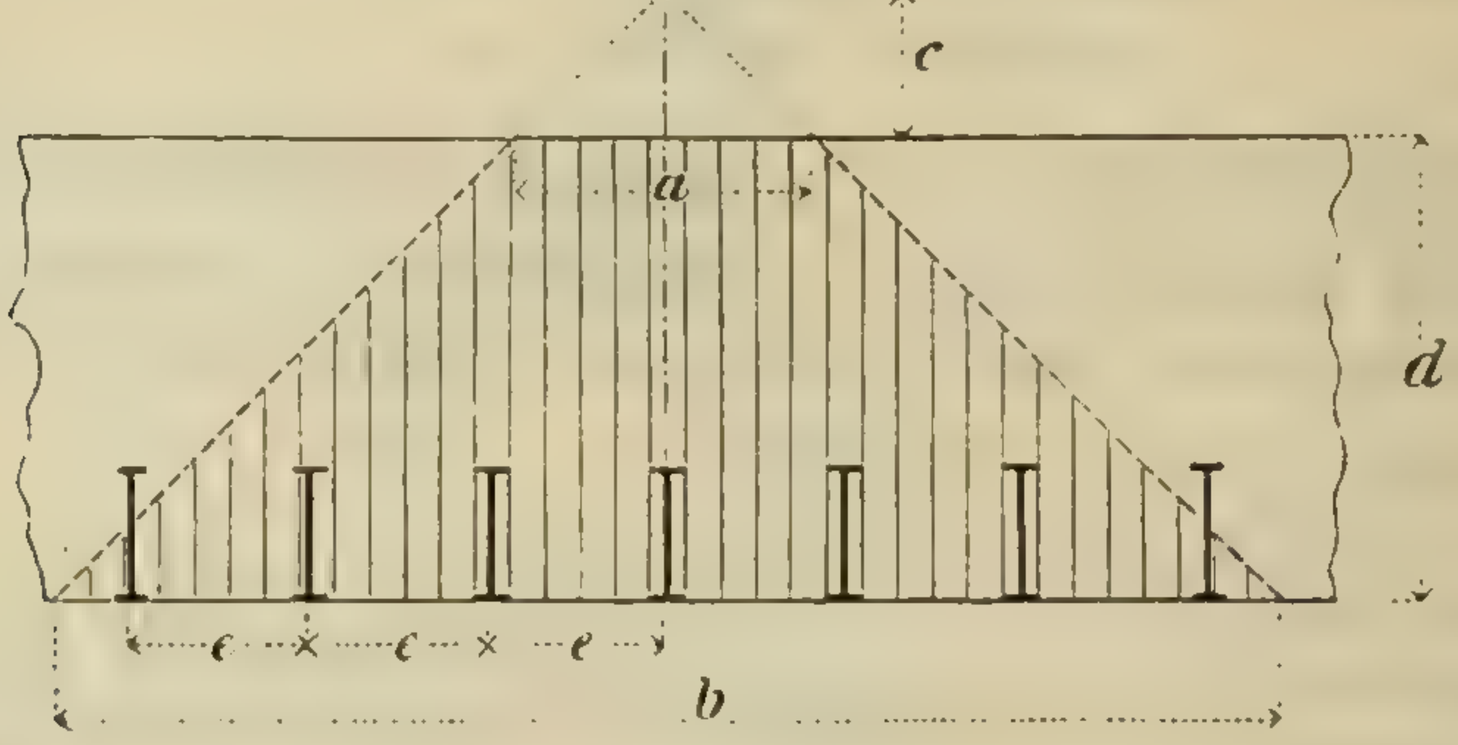
Der Nenner γC ist, wie schon erwähnt, das Gewicht des Betonkörpers, jedoch sammt den betreffenden Eisenträgern; um nun deren

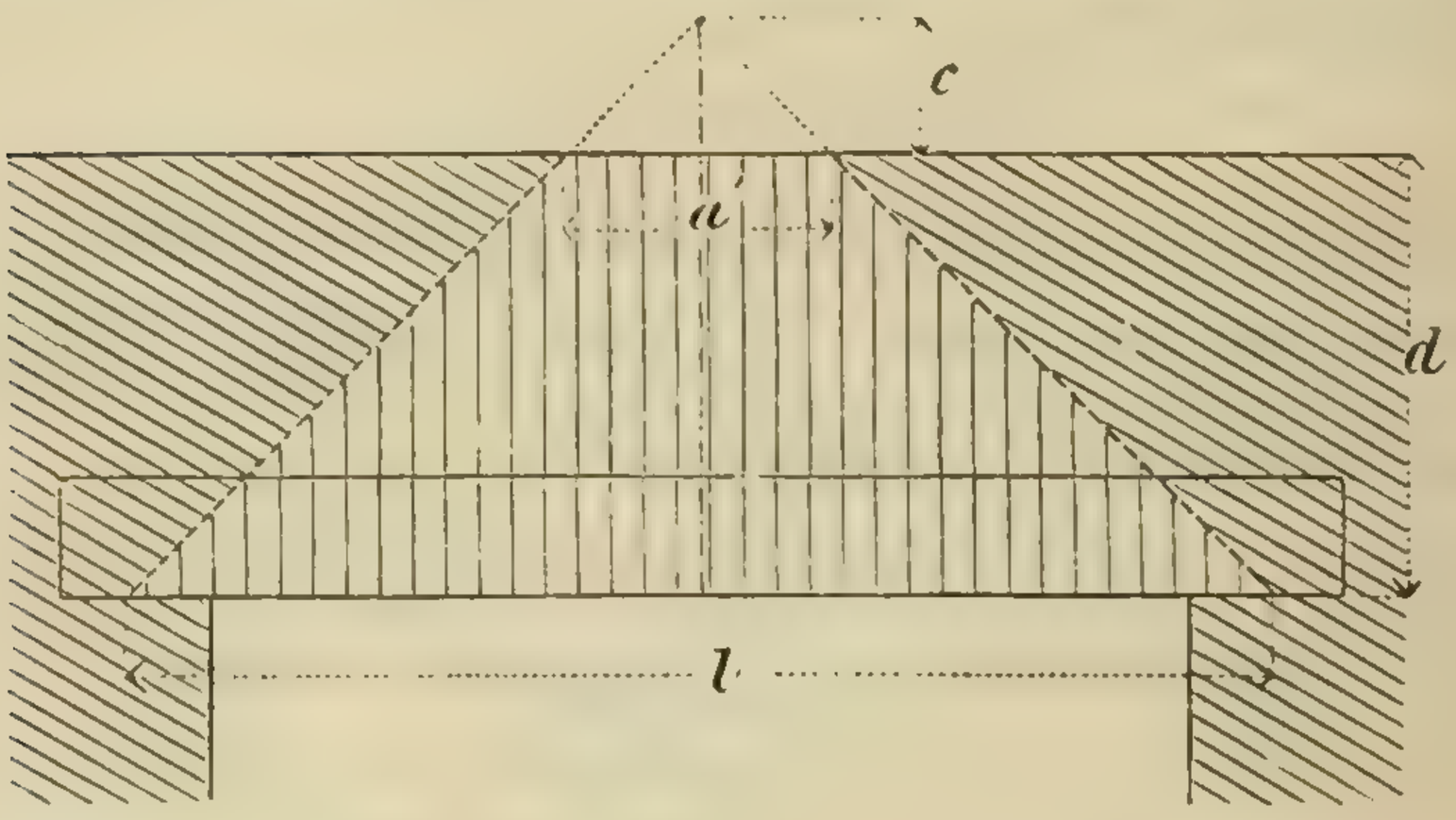
[1]) Dieselbe ist dem im 3. Hefte vom Jahre 1893 der „Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens“ erschienenen diesbezüglichen Aufsatze von Moriz Bock, k. und k. Major des Geniestabes, entnommen.

Mehrgewicht zu berücksichtigen, ohne die Formel zu complicieren, kann γ etwas grösser angenommen werden, also anstatt $2{\cdot}400 kg/m^3$ wird in der Folge eingesetzt $\gamma = 2{\cdot}450 kg$.

Die Cubatur C des fraglichen Betonkörpers, welchem durch das auftreffende Geschoss die Tendenz zu einer Bewegung nach abwärts ertheilt wird, lässt sich nur schätzungsweise bestimmen.

In dieser Richtung ließen sich folgende Annahmen machen.





(Obere Figur): $a = \frac{d}{2}$ (also $a = 40$ bis $100 cm$) sei die Breite in der Oberfläche gemessen, welche vom Geschoss direct mitgerissen wird; nach abwärts pflanze sich der Stoß unter 45° fort, so dass $b = a + 2d = 2{\cdot}5\,d$, mithin wird $a = \frac{b}{5}$ und $c = \frac{d}{4}$.

(Untere Figur): Im ungünstigsten Falle trifft das Geschoss in der Mitte der Stützweite auf; der Stoß wird sich jedenfalls auf die ganze Stützweite l erstrecken; wegen $c = \frac{d}{4}$ muss $a' = \frac{l}{5}$ sein.

Der Betonkörper mit der Cubatur C, welcher durch den Auffall des Geschosses nach abwärts bewegt wird, bildet daher eine abgestutzte Pyramide mit der Höhe d, der Basis $b\,l = 2{\cdot}5\,d\,l$ und der Oberfläche

$$a \,.\, a' = \frac{b}{5} \cdot \frac{l}{5} = \frac{d}{2} \cdot \frac{l}{5} = \frac{d\,l}{10}.$$

Daher ist seine Cubatur

$$C = \frac{1}{3}\,[b\,l\,(c + d) - a\,a'\,c] = \frac{31}{30}\,d^2 l = 1{\cdot}033\,d^2 l.$$

Man kann also nahezu setzen

$$C = d^2 l \;.\;.\;.\

Zu der durch die ideelle Last Q, also durch den Stoß des Betonkörpers C hervorgerufenen Beanspruchung s_1 ist noch jene s_2 hinzuzuaddieren, welche durch die ruhende Deckenlast entsteht; die Summe beider $s = s_1 + s_2$ muss aber kleiner bleiben als die Elasticitätsgrenze, damit eben keine bleibenden Durchbiegungen eintreten.

Nachdem aber durch den Stoß die zunächst der Mitte von b befindlichen Träger jedenfalls etwas mehr beansprucht werden, als die Randträger, darf s nicht größer sein als $1{\cdot}400 kg/cm^2$.

Daher ist

$$s_2 = 1.400 - s_1 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots 7)$$

Die auf einen Träger entfallende ruhende Deckenlast ist $\gamma l e d$, wobei wieder $\gamma = 2{\cdot}450 kg$ einzusetzen ist, um das Mehrgewicht des Trägers auszugleichen; mithin wird

$$\gamma l e d \times \frac{100\,l}{8} = s_2 \frac{2J}{h} = (1.400 - s_1) \frac{2J}{h}.$$

Hieraus findet man den Querschnittsmodul

$$\frac{2J}{h} = \frac{100}{8} \cdot \frac{\gamma l^2 e d}{1.400 - s_1} \quad \ldots\ldots\ldots 8)$$

Diesen Wert in 6 eingesetzt, liefert die Größe der ideellen Last Q:

$$Q = \frac{8}{100} \cdot \frac{5d}{2el} s_1 \cdot \frac{100}{8} \cdot \frac{\gamma l^2 e d}{1.400 - s_1}$$

$$Q = \frac{5}{2} \gamma l d^2 \frac{s_1}{1.400 - s_1} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots 9)$$

Die Durchbiegung δ ist bei einer gleichförmig vertheilten Last von q pro m Länge:

$$\delta = \frac{5}{384} \cdot \frac{q l^3}{EJ}$$

(E = Elasticitätsmodul; für Schmiedeeisen $E = 2{,}000.000$); wegen

$$\frac{q l^2}{8} = s_1 \frac{2J}{h}$$

kann man δ schreiben in der Form:

$$\delta = \frac{q l^3}{8J} \cdot \frac{5 l^2}{48 E} = \frac{2 s_1}{h} \cdot \frac{5 l^2}{48 E} = \frac{10 s_1}{48 E} \cdot \frac{l}{h} \cdot l.$$

Das Verhältnis der Stützweite l zur Trägerhöhe h ist bei solchen Decken 15 bis 18; man kann zur Vereinfachung der Rechnung $\frac{l}{h} = 16$

als Mittelwert einführen, und erhält dann

$$\delta = \frac{10 \times 16}{48} \cdot \frac{s_1}{E} \cdot l = \frac{10}{3} \cdot \frac{s_1}{E} l$$

$$\delta = \frac{10}{6{,}000.000} \cdot s_1 \, l = \frac{s_1 \, l}{600.000} \quad \ldots\ldots\ldots 10)$$

Setzt man die Werte für Q aus 9, und für δ aus 10 in Gleichung 5 ein, so ist

$$A = Q \frac{\delta}{2} = \frac{1}{2} \times \frac{5}{2} \gamma l d^2 \frac{s_1}{1.400 - s_1} \times \frac{s_1 \, l}{600.000}$$

$$A = \frac{5}{4} \cdot \frac{\gamma l^2 d^2}{600.000} \cdot \frac{{s_1}^2}{1.400 - s_1},$$

dies dem Werte von A aus 4 gleichgesetzt, liefert

$$\frac{E' \, G}{\gamma d^2 l} = \frac{5}{4} \cdot \frac{\gamma l^3 d^2}{600.000} \cdot \frac{{s_1}^2}{1.400 - s_1}$$

$$E' \, G \, (1.400 - s_1) = \frac{5}{4} \cdot \frac{\gamma^2 l^3 d^2}{600.000} \cdot {s_1}^2$$

Hiebei ist $\gamma = 2.450$, also $\gamma^2 = 6{,}000.000$ mithin $\frac{\gamma^2}{600.000} = 10$.

$$E' \, G \, (1.400 - s_1) = \frac{50}{4} l^3 d^3 {s_1}^2.$$

$${s_1}^2 = \frac{2}{25} \frac{E' \, G}{l^3 d^3} (1.400 - s_1) \quad \ldots\ldots 10\tfrac{1}{2})$$

Dies ist in Bezug auf s_1, eine quadratische Gleichung, in welcher alle übrigen Größen gegeben sind.

$${s_1}^2 + \frac{2}{25} \frac{E' \, G}{l^3 d^3} s_1 = \frac{2}{25} \frac{E' \, G}{l^3 d^3} \times 1.400$$

oder

$${s_1}^2 + 2 \left(\frac{E' \, G}{25 \, l^3 d^3} \right) s_1 = \left(\frac{E' \, G}{25 \, l^3 d^3} \right) 2.800.$$

Setzt man zur Abkürzung $f = \frac{E' \, G}{25 \, l^3 d^3} \quad \ldots\ldots\ldots 11)$

so lautet die Gleichung ${s_1}^2 + 2 f s_1 = 2.800 f$, und deren Auflösung liefert:

$s_1 = -f + \sqrt{f^2 + 2.800 f}$, oder $s_1 = -f + \sqrt{f \, (f + 2800)}$,

respective

$$s_1 = -\frac{E' \, G}{25 \, l^3 d^3} + \sqrt{\frac{E' \, G}{25 \, l^3 d^3} \left(\frac{E' \, G}{25 \, l^3 d^3} + 2.800 \right),} \quad \ldots 12)$$

Ist nun mit Hilfe dieser Gleichung s_1 gefunden, so erhält man $s_2 = 1.400 - s_1$ und kann jetzt mit Benützung der Gleichung 8) den

erforderlichen Querschnittsmodul, also die entsprechende Trägertype finden. Gleichung 8) gibt

$$\frac{2J}{h} = \frac{100}{8} \frac{\gamma l^2 d}{s_2} \cdot e.$$

Für die Trägerdistanz e liegt keine specielle Bedingung vor; sie kann daher so gewählt werden, dass der Querschnittsmodul der Träger voll ausgenützt werden kann, — nur mit der Beschränkung, dass e nicht viel größer als $0{\cdot}40m$ angenommen werden soll.

Sollte sich zufällig s_2 wesentlich größer als 1.000 ergeben, so ist $s_2 = 1.000$ zu setzen und darnach der Querschnittsmodul $\frac{2J}{h}$ zu bestimmen.

Anderseits darf s_2 nicht zu klein ausfallen, weil sonst das Tragvermögen der Träger nicht genug ausgenützt würde; dafür könnten aber einige Träger (unmittelbar unter dem Treffpunkte), bei welchen die Beanspruchung durch den Stoß immer etwas größer wird als der Mittelwert s_1, zu starke Gesammt-Beanspruchungen erfahren.

In diesem Falle bestimmt man sich für die mit $s_1 = 1.000$ und $s_2 = 500$ anzunehmenden Grenzwerte die erforderliche Stärke d nach Gleichung $10^1/_2$.

$$d^3 = \frac{400}{(1.000)^2} \cdot \frac{2}{25} \cdot \frac{E' G}{l^3} = \frac{8}{250.000} \frac{E' G}{l^3}.$$

Beispielsweise würde obige Berechnungsweise bei Voraussetzung der $21cm$ Ecrasitbombe $L/5$ mit $E' = 176{\cdot}4mt$, $G = 154kg$, $d = 1{\cdot}80m$ und für $l = 5{\cdot}00m$ die folgenden Resultate ergeben:

Nach Gleichung 11) ist der Factor

$$f = \frac{176.400 \times 154}{25 \times 5 \times 5 \times 5 \times (1{\cdot}80)^3} = 828,$$

also nach Gleichung 12)

$$s_1 = -828 + \sqrt{828 \times 3.628} = 905,$$

daher

$$s_2 = 1.400 - 905 = 495.$$

Gleichung 8) gibt

$$\frac{2J}{h} = \frac{100}{8} \times \frac{2.450 \times 25 \times 1{\cdot}8}{495} \times e = 2.783\, e$$

dem würden entsprechen:

a) Die I-Träger-Type Nr. 35 für $e = \frac{1.112}{2.783} = 0{\cdot}40m$

b) „ „ „ „ „ 32 „ $e = \frac{866.5}{2.783} = 0{\cdot}31m$

c) „ „ „ „ „ 30 „ $e = \frac{725}{2.783} = 0{\cdot}25m$

Sonstige Deckenconstructionen.

Als eine Deckenconstruction gegen schwere Bomben soll hier noch jene mit Sandpolster angeführt werden.

Ober den entsprechend nachgemauerten und abgesattelten Gewölben wird eine 1·00*m*, mindestens jedoch 0·80*m* hohe Sandschüttung aufgebracht und ober dieser eine aus gutem (meist Granit-) Beton hergestellte, mit Neigungen von 3 bis 5% ausgeführte Schutzschichte von 0·80 bis 1·00*m* Dicke, bei wichtigeren Gebäuden von 1·20*m* Dicke, angeordnet. Diese Schichte ist in der Regel, um sie gegen Witterungseinflüsse zu schützen, mit einer 0·50 bis 0·60*m* hohen Erdlage bedeckt; die freien, zu Tage tretenden Ränder des Betons sind durch Granitquadern von entsprechend großen Dimensionen versichert. Die erwähnte Schutzschichte ist, vermöge ihrer Neigung, für sich abgewässert; die Absattlungsflächen der Nachmauerung ober dem Deckengewölbe haben den Zweck, das, infolge Rissigwerdens der Schutzschichte eindringende Niederschlagswasser abzuführen.

Bei der Ausführung wird ober der Sand-Zwischenschichte zunächst, entweder eine Abdeckung mit Asphaltfilzplatten, oder aus liegendem Ziegelpflaster mit Cementfugen hergestellt, und orst hierauf die Betonierung bewirkt. Dadurch wird verhindert, dass Cementwasser in den Sand eindringe und ihn hiedurch binde. Dies wäre einerseits für die Qualität des Betons von Schaden; anderseits würde die Eigenschaft des ungebundenen Sandes — vermöge seiner Reibungsfähigkeit, Drücke auf eine große Fläche zu vertheilen — wesentlich beeinträchtigt; gerade diese Eigenschaft soll jedoch hier ausgenützt werden, um den durch Schlag und Explosion einer schweren Bombe an der Oberfläche der Schutzschichte entstehenden Stoß auf eine möglichst große Fläche der unteren Construction zu übertragen und dadurch hier Zerstörungen zu vermeiden. Tafel I. Fig. 15.

Nach den gleichen Grundsätzen können mit Zuhilfenahme von Eisenträgern oder Wellblech (erstere bis 5·00*m*, letztere bis 2·5*m*

Spannweite) auch gerade, brisanzbombensichere Decken mit Sandpolster hergestellt werden.

Im allgemeinen wird bemerkt, dass die eben beschriebenen Constructionen mit Sandpolster sich wegen der bedeutenderen Kosten, dann wegen der erforderlichen größeren Constructionshöhen, und der Umständlichkeit bei der Ausführung, nicht empfehlen.

Tafel I. Fig. 15. Das untere Gewölbe kann bei Decken mit Sandpolster bis zu 5·00*m* Spannweite auch in Monier-Construction ausgeführt werden. Das Monier-Gewölbe erhält in diesem Falle $^1/_{10}$ der Spannweite als Stich; die Tragstäbe sind in zwei, 200*mm* von einander abstehenden Lagen, in Entfernung von 50 bis 55*mm* (als Maschenweite) zu legen und haben 10*mm* Durchmesser. Die Vertheilungsdrähte sind 7*mm* dick, werden in denselben Abständen (50 bis 55*mm*) über die Tragstäbe gelegt und mit ihnen durch 2*mm* starke Bindedrähte verbunden. Das Auflager ist mindestens 25*cm* breit. Die Betonstärke des Gewölbes beträgt 0·40*m*; letzteres ist oben unter 1 : 10 abgesattelt und über den Widerlagern mit Ixenrinnen versehen. Oberhalb der so construierten Decke wird der Sandpolster und die Schutzschichte in der bekannten Weise angeordnet. Ein Vorzug dieser Decke, gegenüber den anderen mit Sandpolster, liegt in der geringeren Constructionshöhe.

b) Seitenwände.

Ziegelmauern, welche dem directen Schusse aus dem Vorterrain möglicherweise ausgesetzt sind, sollen grundsätzlich eine Erdvorlage erhalten; desgleichen verticale Mauern aus Beton oder Bruchsteinen, welche von directen Schüssen im horizontalen Sinne unter mehr als 30° gegen die Mauer (auf Entfernung über 3000*m* mehr als 45°) getroffen werden können. Diese Maßregel ist erforderlich, weil Ziegelmauerwerk selbst bei kleineren Auftreffwinkeln, Beton und Bruchsteinmauerwerk bei größeren als den oben genannten, der Zerstörung durch den directen Schuss aus Flachbahngeschützen unterliegen.

Die Erdvorlage beträgt in der ungünstigsten möglichen Schussebene unter 1 : 6 gemessen, und zwar mit Rücksicht auf die Eindringungstiefen der Hohlgeschosse der 15*cm* Belagerungskanone M. 1880 (siehe Tabelle zu I):

bei Lehm	7·00*m*,	bezw.	8·00*m*
„ Gartenerde	5·00*m*,	„	6·50*m*
„ Schotter	4·00*m*,	„	5·00*m*.

Die größeren Zahlen beziehen sich auf Erdvorlagen von Munitions-Magazinen.

Alle Kanten und Ecken des Außenmauerwerkes beim Übergange von horizontalen in verticale und geneigte Flächen, welche von feindlichen Schüssen oder Würfen getroffen werden können, sind abzurunden.

Mauern mit Erdvorlagen erhalten zur rascheren Ableitung des Sickerwassers an der Schüttseite Steinschlichtungen, Sand oder Schottervorlagen, längs der ganzen Höhe. Durch diese wird auch die Eindringungstiefe von Brisanzbomben vermindert; es sollen daher auf den der feindlichen Geschosswirkung ausgesetzten Fronten solche Vorlagen, wo thunlich, derartige Abmessungen erhalten, dass die Explosionspunkte eingedrungener Brisanzbomben noch auf etwa $1{\cdot}00m$ von der Mauerflucht abbleiben.

Die nothwendige Stärke d'_3 solcher Mauern wird für den ungünstigsten Fall — dass nämlich schwere Bomben bis an die Außenwand vordringen, woselbst die Sprengladungen verdämmt explodieren — so bemessen wie bei Gewölben mit Erddecken (s. Seite 14), indem, wegen der bestehenden Verspannung und Belastung dieser Mauern, der Coëfficient c hier, ebenso wie dort, mit $1{\cdot}75$ angenommen werden muss. Diesemnach wird die Stärke berechnet aus $d'_3 = 0{\cdot}83 \sqrt[3]{l}$.

An jenen Stellen der Seitenwände, wo die überhöhende Erdschichte nicht mehr eine ausreichende Verdämmung abzugeben imstande ist, kann die angegebene Maximaldicke entsprechend abnehmen. Tafel I. Fig. 17.

In der neben angegebenen Figur wurden Bomben mit 25 kg Sprengladung angenommen.

Gegen nur einzelne Treffer von schweren Bomben, bei welchen angenommen werden kann, dass nicht die ungünstigste, oben in Rechnung gezogene Wirkung eintritt, und wo gleichzeitig ein minderes Widerstandsvermögen zulässig erscheint, genügt für Außenmauern von Hohlbauten aus Portlandcement-Beton oder gutem Bruchstein-Mauerwerk etwa $^2/_3$ der oben angegebenen Stärke; bei Ziegelmauerwerk in Portlandcement-Mörtel etwa $^3/_4$.

Mit Rücksicht auf die Trockenhaltung der Innenräume wird es sich empfehlen, in derartig starken Außenmauern einen $0{\cdot}60$ bis $0{\cdot}80m$ breiten Luftgang einzuschalten, wobei der äußere Mauertheil stets in Portlandcement-Beton auszuführen ist. Die beiden Gangwände werden annähernd gleich stark gehalten; hiebei soll die Summe der beiden Mauerdicken nahezu gleich der Stärke sein, wie selbe nach vorstehenden Angaben erfordert wird.

Für erdseitige Mauern von Hohlbauten, an denen schwere Bomben wirken können, ist auch eine Construction mit Sandpolster, analog der gleichen Gewölbconstruction, üblich. Der Sandpolster von 0·80 bis 1·00*m* Dicke wird gegen den Raum und gegen die Erdvorlage durch je eine etwa 0·80 bis 1·00*m* starke Mauer begrenzt; erstere kann aus Ziegeln oder Bruchstein ausgeführt sein, während letztere aus Beton herzustellen ist. Beide Mauern erhalten ein gemeinschaftliches Fundament und sind oben durch ein etwa 0·50*m* starkes, 180gradiges Gewölbe miteinander verbunden. Die Höhenlage dieses Gewölbes ist so zu wählen, dass die Übermauerung des Casematte-Gewölbes in einfachster Weise über dasselbe geführt werden kann. Die Schutzconstruction der Decke schließt sich entsprechend an die Sandpolster-Construction der Seitenwände an. Die Außenmauer ist auch hier durch eine Erdvorlage, von der schon oben angegebenen Stärke, gegen Beschießung aus Flachbahngeschützen zu sichern.

Tafel 1. Fig. 16.

Mauern ohne Erdvorlage, welche nur von Geschosssplittern getroffen werden können, erhalten, aus Ziegeln hergestellt, 0·75*m*, aus lagerhaften Bruchsteinen in Cementmörtel oder aus Beton ausgeführt, 0·60*m* Stärke.

Alle Mauern von Hohlbauten (ohne Erdvorlage), welche durch indirecten Schuss — bei günstigen Auftreffwinkeln im verticalen Sinne, unter mehr als 45° Auftreffwinkeln im horizontalen Sinne — getroffen werden können, sind aus Granit oder Porphyr herzustellen und 1·50*m* stark zu halten; kann der Eintreffwinkel (horizontal gemessen) nur kleiner als 45° sein, so dürfen derlei Mauern auch aus Cementbeton, bei Beibehalt obiger Abmessungen, ausgeführt werden.

Auch für Mauern von Hohlbauten, welche nur von steil einfallenden Bomben getroffen werden können, ist die Stärke von 1·50*m* bei Ausführung in Cementbeton zulässig.

Directen Einzeltreffern aus Feldgeschützen können Beton- oder gute Bruchsteinmauern mit einer Stärke von 1·20*m*, Ziegelmauern mit einer Stärke von 1·50*m*, ausreichend widerstehen.

Bis zu höchstens 40° gegen die Horizontale geneigte, geböschte Mauern, mit einer 0·60*m* dicken, harten Abpflasterung (aus Granit oder Porphyr) können auch einer directen frontalen Beschießung ausgesetzt werden. Desgleichen bis zu 30° geneigte Mauern aus Beton oder guten Bruchsteinen; ist die Entfernung, auf welche diese Mauern beschossen werden können, größer als 3000*m*, so ist auch hier eine Neigung bis zu 40° zulässig. Die geringste Dicke aller vorgemeinten geböschten Mauern muss 1·50 betragen.

Die Sicherung der Fundamente der Seitenwände von Hohlbauten gegen schwere Bomben erfolgt im Bedarfsfalle so wie bei freistehenden und anliegenden Mauern.

2. Hohlbauten gegen leichtere Geschosse.

a) Decken.

Kommen bei Decken nur leichtere Brisanzgeschosse in Betracht, so lassen sich die vorstehend ermittelten Deckenstärken verringern. Deren Berechnung erfolgt im allgemeinen nach den gleichen Grundsätzen wie bei Decken gegen schwere Bomben.

Die oberste freie Betonlage, bezw. die Betonabdeckung, wird auch bei diesen Decken **0·30** bis **0·50***m* stark, so wie bei Decken gegen schwere Bomben, ausgeführt. Ziegelgewölbe, deren Stärkebemessung nicht einzig nach statischen Rücksichten zu erfolgen hat, erhalten in jedem Falle eine ebenso starke Nachmauerung in bestem Portlandcement-Beton.

Von kostspieligen harten Abpflasterungen kann hier in jedem Falle abgesehen werden.

Die Berechnung der anzuwendenden Trägertype für horizontale Decken kann, bei Berücksichtigung der Auftreffenergie, ebenso erfolgen. wie bei solchen Decken für schwere Bomben.

b) Seitenwände.

Bezüglich der Seitenwände von Hohlbauten, welche nur gegen leichtere Geschosse zu sichern sind, wird auf das bei den gleichen Constructionen gegen schwere Bomben, unter 1 *b*) Gesagte, hingewiesen. Die Berechnung der erforderlichen Constructionsstärken, kann nach dem dort Gesagten, mit Rücksicht auf die hier zu erwartenden Geschosse, bezw. deren Sprengladungen, erfolgen.

B. Bautechnische Rücksichten für die Construction.

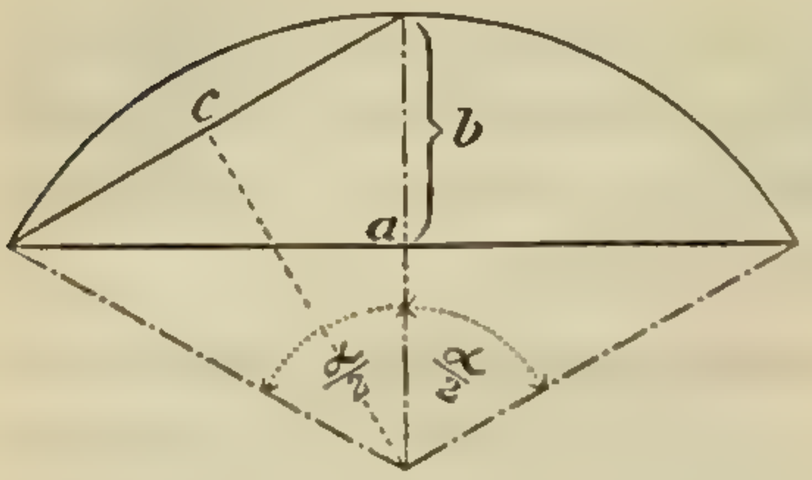
a) Decken.

Gewölbe. Die im Kriegsbau vorkommenden Gewölbe haben zumeist Cylinderflächen zur Innen- und Außen-Leibung; und zwar gewöhnlich mit Kreisbogen als Leitlinien, selten sind eleptische, parabolische oder Korbbögen.

Für die Ausführung von Cylindergewölben ist die Spannweite a gegeben; dann entweder die Stichhöhe b, gewöhnlich als Stichverhältnis

$$b = \frac{a}{n},$$

wobei n eine ganze oder gebrochene Zahl bedeutet; oder aber der Centri-Winkel α.



Im ersten Falle ist der Radius

$$r = \frac{a^2 + 4b^2}{8b};$$

anderseits wird der Centri-Winkel α aus

$$\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2} = \frac{4ab}{a^2 - 4b^2}$$ bestimmt.

Im zweiten Falle hat man

$$r = \frac{a}{2\sin\frac{\alpha}{2}}$$

wonach der Radius berechnet wird;
ferner

$$b = r\left(1 - \cos\frac{\alpha}{2}\right),$$

zur Ermittlung des Stiches.

Die Spannweite wird aus Gründen der Geschosswirkung bei Gewölben, welche gegen schwere Bomben sicher sein sollen, in der Regel nicht über 5·00m, bei den übrigen nicht größer als 6·00m, gemacht. Bei größeren Spannweiten, als die vorgenannten, ergeben sich auch außergewöhnlich große Beanspruchungen der Widerlager und des Baugrundes, große Constructionshöhen und kostspieligere Ausführungen, wegen Eingerüstung etc.

Der Centri-Winkel eines Cylindergewölbes, welches der Wirkung von Geschütz-Projectilen ausgesetzt ist, soll aus Stabilitäts-Rücksichten bei der Spannweite von 5·00m, bezw. 6·00m, wenigstens 120° betragen; nur bei Spannweiten unter 4·00m kann bis auf 90° herabgegangen werden. (Diesem Grenzwerte von 4·00m entspricht dann beiläufig der auf Seite 30 erwähnte größte Radius des Gewölb-Unterbogens von 2·90m.) Jedenfalls ist der 90gradige Bogen für solche Constructionen — ausgenommen bei Thür- und Fenstergewölben, dann bei Überwölbungen schmaler Nischen — als unterste Grenze anzusehen.

Wo Gewölbe von verschiedenen Spannweiten auf einem gemeinsamen Widerlager aufruhen, empfiehlt es sich, zur Vermeidung eines einseitigen Horizontalschubes auf letzteren, innerhalb der oben angegebenen Grenzen gleiche, oder annähernd gleiche Radien für den Unterbogen der

beiden Gewölbe zu wählen. Es ist nämlich der Horizontalschub H pro m Länge eines gleichförmig belasteten Gewölbes in kg annähernd $= q_0 r$, wobei r den Radius der Innenleibung (im Scheitel) in m, und q_0, die Gesammtlast in kg pro m^2 im Scheitel bedeutet; ist demnach q_0 und r für zwei Gewölbe verschiedener Spannweite gleich, so sind auch ihre Horizontalschübe annähernd gleich.

Die Gewölbedicke wird, wenn nicht die Geschosswirkung zu berücksichtigen ist, wodurch schon größere Stärken sich ergeben, nach statischen Grundsätzen bestimmt. Im letzteren Falle kann eine näherungsweise Bestimmung der Gewölbdicke d in m im Scheitel, aus $d = \frac{2H}{s}$ erfolgen, wobei H wie oben zu ermitteln ist; s bedeutet die zulässige Druckbeanspruchung des Gewölbematerials in kg pro m^2.

Bei der Ausführung der Gewölbe in Ziegel wird der Verband nach den „Constructions-Details der Kriegsbaukunst“, Abschnitt III, Steinmetz- und Maurer-Arbeiten, Blatt 7, durchgeführt.

Können eigens erzeugte Keilziegel (Gewölbziegel) verwendet werden, so ist dies der Solidität der Gewölbe sehr förderlich; muss man (wie meistens) gewöhnliche Mauerziegel verwenden, so wird ein Behauen sämmtlicher Ziegel, um durchaus radiale Fugen zu erzielen, zu zeitraubend und schädlich, man begnügt sich deshalb, von Zeit zu Zeit eine Keilschar einzuschalten, was zur Folge hat, dass die Fugen nur annähernd radial stehen. Aus den Figuren des oben bezeichneten Blattes ist zu entnehmen, dass ein Verband angewendet wird, bei welchem an der Innenleibung nur Binder (ganze oder $^3/_4$ Ziegel) zu liegen kommen. Läufer greifen zu wenig tief ein und fallen demzufolge bei starken Erschütterungen leicht in den Innenraum.

Bei Bruchstein- und Hackelstein-Gewölben trachtet man gleichfalls an der Innenleibung tief eingreifende Binder anzubringen. Die Steine sind durch den Maurer mit Hammer und Zweispitz nach radialen Fugenflächen zuzuarbeiten.

Bei Quadergewölben müssen die Steine nach bestimmten, in den Plänen anzugebenden Dimensionen hergestellt werden, u. zw. werden die Ansichtsflächen meist rein, die Lager und Stoßflächen mit dem Spitzeisen eben abgearbeitet. Die Außenleibung bleibt meist rauh, nur bei Gewölbstirnen, auf denen Mauern sitzen, muss auch die Außenleibung planmäßig nach ebenen, oder krummen Flächen zugearbeitet werden. Bei Quadergewölben sind sonach eigene Scharenpläne und die nöthigen Schablonenzeichnungen anzufertigen, nach denen die Materialbestellung, die Bearbeitung und das Versetzen erfolgt.

Betongewölbe werden in Hinkunft fast allgemein und besonders dort Anwendung finden, wo auf die Geschosswirkung Rücksicht zu nehmen ist. Die Betonierung der Gewölbe erfolgt, nach Herstellung eines entsprechenden Anlaufes, in Lagen normal zur Gewölbleibung, die Stößelung tangential zur letzteren von beiden Anlaufseiten gegen den Gewölbschluss; dieser wird durch verticale Einstößelung ausgeführt. Die Betonierung eines Gewölbes soll womöglich in einem Zuge ohne Unterbrechung erfolgen. Dort wo Erschütterungen durch die Geschosswirkung zu erwarten sind, ist die Innenleibung ohne Verputz zu belassen welcher hier erst nach dem Erhärten des Betons aufgebracht werden könnte, sich nicht genügend verbinden, und bei Erschütterungen abfallen würde.

Schiefe Tonnengewölbe sind thunlichst zu vermeiden; müssen sie dennoch angewendet werden, so ist bei Ziegel- und Steingewölben der Fugenordnung besondere Sorgfalt zu widmen. Hiebei wird meistens das englische System mit Helicoidal-Lagerflächen angewendet, da das französische (mit Trajectorial-Lagerflächen) wohl theoretisch richtiger, jedoch für die Ausführung unpraktisch ist.

Meist sind die Anläufe der Cylinder-Gewölbe horizontal doch kommen auch öfter, namentlich bei Poterngewölben, geneigte Anläufe vor. In diesem Falle kann, je nach Umständen, der Vertical-, oder aber der Normalschnitt die gewählte Form des Unterbogens aufweisen.

Geneigte Gewölbe mit nicht sehr kleinem Neigungswinkel sollen keine freien Stirnen erhalten, sondern sich stets gegen die Stirnen horizontaler Gewölbe, oder gegen kräftige Stirnmauern lehnen. Oft wird statt eines geneigten Gewölbes eine Anzahl stufenförmig angeordneter, horizontaler Gewölbe ausgeführt.

Beispiele der zuweilen vorkommenden einhüftigen und Schwanenhals-Gewölbe finden sich in „Constructions-Details der Kriegsbaukunst“ Maurer- und Steinmetz-Arbeiten, Abschnitt III, Blatt Nr. 6, Fig. 1*b*; Blatt Nr. 18, Fig. 2*a*; Blatt Nr. 6, Fig. 3; Blatt Nr. 10, Fig. 2.

Ringgewölbe. Ist die Horizontal-Projection der Gewölbemittellinie gekrümmt (meist nach Kreisbögen) so geht das Cylindergewölbe in ein Ringgewölbe über. Bei der Anordnung des Verbandes ist darauf Rücksicht zu nehmen, dass die Scharen hier von ungleicher Länge sind, also z. B. bei Ziegelgewölben durch Abhauen einzelner Ziegel der Verband zu regulieren ist.

Bei Kegelgewölben sind die Innenleibungen, meist auch die äußeren, Kegel- (meist Kreiskegel-)Flächen. Es kann bei ihnen entweder der Schluss horizontal sein, dann sind die Anläufe geneigt; oder es

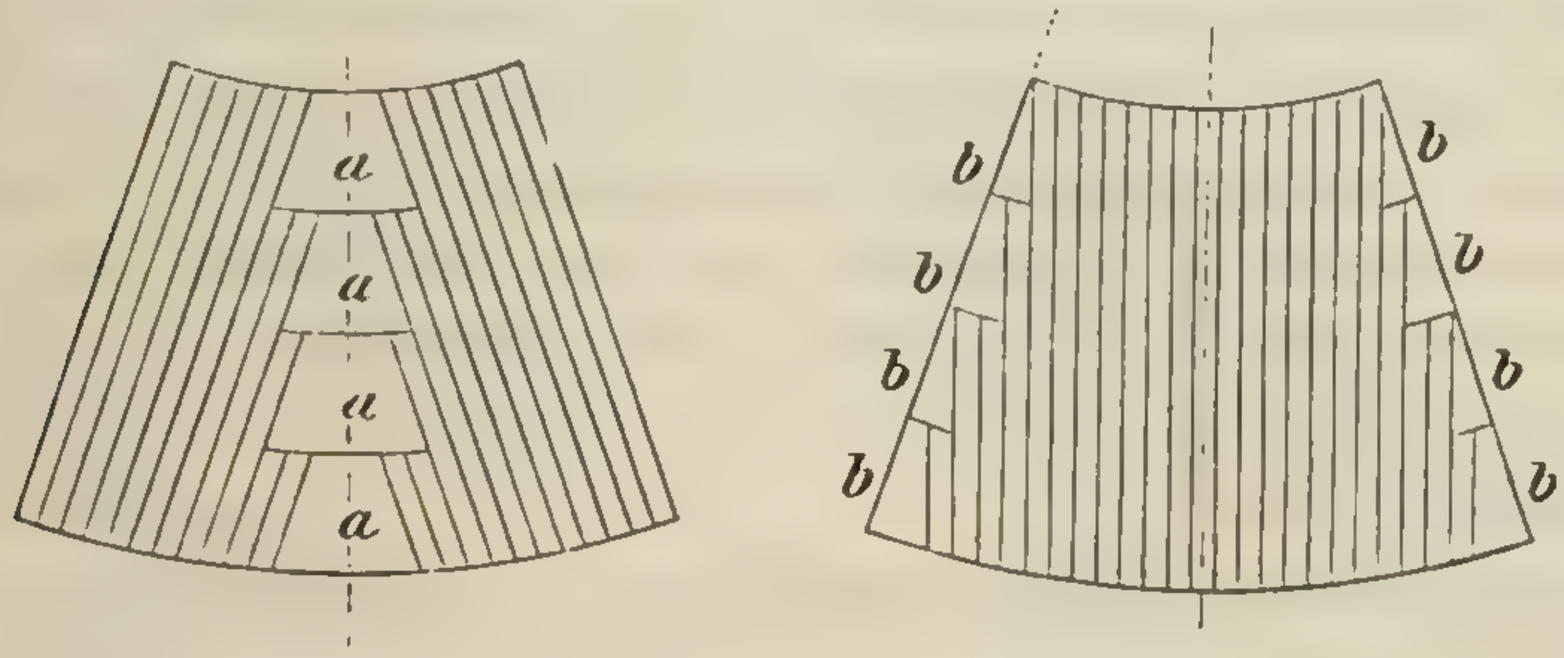
sind die Anläufe horizontal, dann ist der Schluss geneigt; oder endlich, es sind sowohl die Anläufe, als auch der Schluss geneigt.

Die Anlauflinien und die Schlusslinien sind Kegelerzeugende, müssen sonach gegen einen Punkt, die Kegelspitze, convergieren; sobald diese Bedingung nicht zutrifft, hat man es mit keinem Kegelgewölbe zu thun.

Die Wölblinien werden analog gestaltet sein, wie bei den Cylindergewölben; hier sind Parallelschnitte ähnliche Curven, also z. B. Kreise von gleichen Centri-Winkeln.

Die Dicke der Kegelgewölbe wird nach gleichen Regeln, wie bei den Cylindergewölben bestimmt; man führt die der größten Spannweite entsprechende Dicke bei dem ganzen Gewölbe durch, oder setzt die Dicke allmählich herab.

Bei der Ausführung der Kegelgewölbe in Ziegeln wird entweder vom Anlaufe aus mit gleichlaufenden Scharen gegen den Schluss gewölbt, und die hier zum Ausdrucke kommende Differenz der Bogenlängen paralleler Schnitte durch Schlussquadern *a* von entsprechender Gestalt ausgeglichen (siehe untenstehende Abwicklung der Unterleibung) oder es wird die Schareneintheilung auf der Schalung vom Schlusse aus durchgeführt, und die erwähnte Ausgleichung durch entsprechend gestaltete Anlaufsteine *b* bewirkt, die auch noch genügend weit in den Widerlager herabreichen müssen. Statt der Schlussteine *a* kann auch eine Ausbetonierung des Schlusses mit Portlandcement-Beton erfolgen, was die Arbeit wesentlich vereinfacht.



Die Fugenflächen sind durch Gerade erzeugt, die längs der nach vorstehendem ermittelten Fugenlinien so gleiten, dass sie stets Normale zur jeweiligen Schnittlinie mit der Innenleibung bilden; oder bei Kreiskegelgewölben gleitet die Erzeugende der Fugenfläche längs der Fugenlinie und der Kegelaxe so, dass sie stets parallel zur Stirnebene bleibt, die hier also die Richtebene der entstehenden windschiefen Fläche bildet.

Bei der Ausführung in Stein werden die theoretisch richtigen Fugenschnitte thunlichst durchgeführt.

Zuweilen, namentlich bei Schartenüberwölbungen, ersetzt man das Kegelgewölbe durch ein steigendes Cylindergewölbe; die Anlauflinien sind dann Ellipsenstücke.

Beispiele von Kegelgewölben finden sich in den Abschnitten IV und V der Mauer- und Steinmetz-Arbeiten der „Constructions-Details der Kriegsbaukunst“.

Kuppelgewölbe werden mit halbkugelförmigen oder nach Kugelabschnitten geformten Innenleibungen ausgeführt. Die Gewölbdicken werden gleich jenen bei Cylindergewölben mit demselben Radius gemacht.

Halbkuppeln kommen häufig als Nischengewölbe und im Anschlusse an Cylindergewölbe vor.

Andere complicirtere Gewölbformen werden im Kriegsbau für geschossichere Gewölbe nicht verwendet, da sie bei der erforderlichen großen Dicke nicht genügend solid herstellbar sind.

Bei Zwischendecken, die nicht geschossicher zu sein brauchen, kann man ohneweiters böhmische, preußische Platzel, Kreuz- oder Klostergewölbe anordnen, obwohl man auch hier, der Gleichförmigkeit wegen, meist dieselben Gewölbformen wählen wird, wie im obersten Geschosse, nur mit flacherem Bogen und geringerer Dicke.

Zur Bestimmung der Dicke nicht geschossicherer Gewölbe kann die Formel $d = 0{\cdot}15 + \frac{r}{24}$ bis $d = 0{\cdot}15 + \frac{r}{12}$ in m, dienen.

Eine ausländische Vorschrift z. B. verlangt für Kellergewölbe $^1/_2$ Ziegeldicke, für Zwischengewölbe 1 Ziegeldicke, und für Gewölbe, ober denen Geschütze aufgestellt werden sollen, 0·50 bis 0·60m Dicke.

Bei uns sind im allgemeinen für die Construction von Decken und Zwischendecken, bei welchen die Geschosswirkung außer Betracht kommt, die Directiven für die Deckenconstructionen in Militärgebäuden (H- 38) maßgebend.

Nachmauerung und Abwässerung der Gewölbe. Um die Gewölbe untereinander, dann bei einem Endgewölbe gegen den Endwiderlager, besser abzusteifen, dann um eine derartige obere Begrenzung des Mauerkörpers zu erzielen, welche der Ableitung des auf das Gewölbe gelangenden Wassers günstig ist werden, selbe mit der entsprechenden Nachmauerung versehen.

Mit Rücksicht auf eine gute Versteifung des unteren Gewölbschenkels soll der tiefste Punkt der Hintermauerung nicht tiefer liegen,

als der Gewölbeschluss des Unterbogens; hienach ergibt sich im Profil die obere Begrenzung der Nachmauerung in einfachster Weise geradlinig.

Zwischen den Gewölben kann entweder die sogenannte volle Nachmauerung platzgreifen, wie dies mit Rücksicht auf die Geschosswirkung zumeist geschieht, oder es werden Ixenabwässerungen angeordnet.

Im ersten Falle werden die Gewölbzwickel voll ausgemauert, bezw. ausbetoniert, ferner wird noch über die Gewölbe die Mauerung so geführt, dass sich im schwächsten Punkte, d. i. ober Gewölbschluss, noch die erforderliche Stärke ergibt, und die obere Begrenzungsebene des Mauerwerks ein Gefälle von mindestens 4*cm*, besser 5*cm*, auf den Meter erhält. Die Wasserableitung kann hiebei entweder nur gegen die freie Seite der Gewölbe erfolgen, oder auch gegen die Hinterfüllung der Rückmauer: letzteres dann, wenn der Boden durchlässig, oder wenn eine Drainage angeordnet ist.

Bei der Ixenabwässerung wird die Nachmauerung durch zwei Systeme von Ebenen begrenzt: das erste mit Neigungen gegen die Widerlager, das zweite mit Neigungen gegen die Wasserableitungsseite, eventuell also nach zwei Seiten; durch die Verschneidung der verschiedenen Ebenen entstehen die Abwässerungs-Ixen. Damit letztere, in denen hauptsächlich der Wasserlauf erfolgt, kein zu geringes Gefälle erhalten, werden die Absattlungsflächen mindestens unter 10% geneigt; der tiefste Punkt der Nachmauerung liegt auch hier nicht tiefer als der Gewölbschluss des Innenbogens. Tafel I. Fig. 18.

Es ist wohl selbstverständlich, dass die Grate nicht horizontal sein müssen. Ebenso kann der senkrecht zu den Gewölbaxen gehende Grat tiefer liegen, als die parallel zu den Gewölbaxen angeordneten, wie dies in der Figur mit punktierten Linien angedeutet ist. Letzteres geschieht dann, wenn sich noch genügendes Gefälle ergibt und an Mauerwerk gespart werden soll.

Ist eine volle Nachmauerung angeordnet und an der Abwässerungsseite eine Mauer aufgesetzt, so werden in dieser Ablauföffnungen ausgespart und durch Einschaltung von Absattlungs-Pyramiden Ixen gebildet, die jenen das Absattlungswasser zuführen.

Tafel I. Fig. 18.

Zuweilen wird auch eine sogenannte innere Abwässerung angewendet, bei welcher das Absattlungswasser durch Schläuche, welche in den Widerlagern ausgespart werden, in entsprechend angeordnete Wasser-Canäle geleitet wird. Die Absattlungsflächen erhalten dann eine Neigung gegen die Schläuche (Traufschächte), welche oben gewöhnlich durch gusseiserne Trichter abgeschlossen werden; diese Trichter bewirken auch, dass der Tropfenfall in der Mitte des Schlauches erfolge, und dadurch die Wände nicht benetzt werden; bei hohen Schläuchen, deren Querschnitt etwa 0·3 bis 0·4*m* im Quadrate beträgt, werden noch Zwischentrichter angewendet, die bei nicht vollkommen lothrechter Anlage der Schächte den Tropfenfall stets gegen die Mitte des Schachtes leiten. Zum Schutze gegen Spritzwasser sind die Schlauchwände gut mit Portlandcement verputzt. Visitier-Thürchen, die in jedem Stockwerke angebracht werden, gestatten die Überwachung und Reinigung der Schächte. Innere Abwässerungen werden nur dann angewendet, wenn vermöge des complicierten Grundrisses eine andere Anordnung unthunlich erscheint.

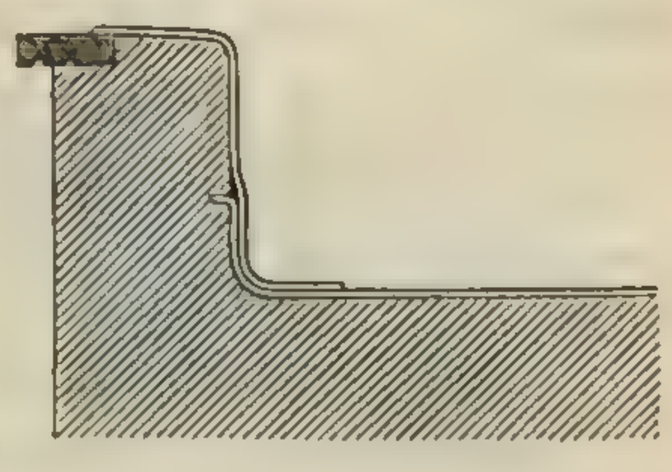
Die Absattlungsflächen müssen möglichst eben und wasserundurchlässig sein. In der Regel stellt man die oberste Schichte der Nachmauerung aus gutem Beton her, der unmittelbar nach dessen Herstellung mit einem glatten Portlandcement-Putz von 15 bis 20*mm* Dicke überzogen wird. Statt des Betonpflaster wird zuweilen unter dem Cementverputz ein doppeltes liegendes Ziegelpflaster in Cement angewendet.

Vor der allgemeinen Verbreitung des Portlandcements wurden die Absattlungsflächen vielfach mit Asphaltpflaster versehen, unter welchem ein liegendes Ziegel- oder Betonpflaster angeordnet wurde. Das Auftragen des Asphaltes darf nur auf völlig trockenen Flächen stattfinden, da sonst Blasen entstehen, die leicht zerdrückt werden können, wodurch der Überzug wirkungslos wird. Die Dicke der Asphaltschichte wird mit 6 bis 10*mm* bemessen. Selbe muss noch über einen Theil der Cordonplatten gezogen werden, damit sich beim Anschlusse der Platten an die Nachmauerung das Wasser nicht in das Mauerwerk ziehe. Dasselbe gilt natürlich für jede Art der Abdeckung.

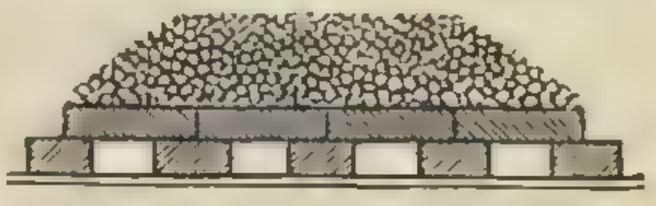
Beim Anschlusse an Stirnmauern werden mittels Beton Hohlkehlen erzeugt, über welche der wasserdichte Überzug an die Mauer hinaufgezogen wird.

Zur wasserdichten Abdeckung der Absattlungsflächen von beschütteten Decken wird vielfach der sogenannte Asphaltfilz verwendet; derselbe wird in Platten, als Asphalt-Isolierplatten, von 0·8*m* Breite, 3 bis

4*m* Länge und 7 bis 10 und 13*mm* Dicke erzeugt. Diese Platten bestehen aus Asphaltschichten, welche durch eine langfaserige Einlage eine gewisse Biegsamkeit und Widerstandsfähigkeit gegen Zerreißen erlangen. Das Aneinanderfügen der Platten geschieht unter 5 bis 10*cm* Übergreifung. Die Verbindung erfolgt durch Zusammenkleben mittels erwärmten Asphaltkittes. Der Anschluss an Stirnmauern geschieht nach beistehender Figur. Die Fläche unter den Platten wird möglichst eben hergestellt.

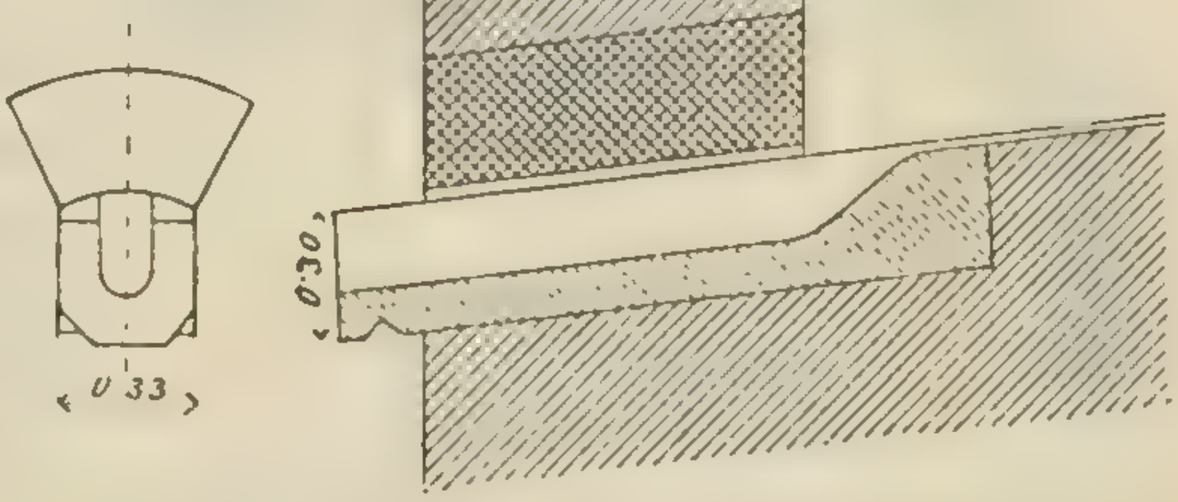


Von Wichtigkeit für die Wasserabfuhr von den Absattlungsflächen ist die Art und Weise der Beschüttung derselben. Zunächst der Abfuhröffnungen (Ausflussteine, Trichter etc.) sind überfaustgroße Kiesstücke in möglichst großem Bereiche anzuschlichten. Auf die Absattlungsfläche soll zunächst eine 15 bis 20*cm* dicke Schichte groben Kieses (Schotter) auf einer Sandlage (um die Beschädigung des wasserdichten Überzuges zu verhüten) aufgebracht werden, dann erst folgt die weitere Beschüttung. In den Niederlanden legt man unter die Schotterlage trockene Ziegelcanäle, wodurch der Wasserablauf sehr erleichtert wird.



Absattlungen werden gewöhnlich undicht, wenn größere Setzungen des Gebäudes eintreten, welche Risse und Sprünge im Gemäuer zur Folge haben. Bei Asphaltfilz-Abdeckungen sind kleinere Setzungsrisse ohne Einfluss auf die Wasserdichtigkeit.

Die Ausflussteine bei Ixenabsattlungen sollen möglichst in einem Stücke durch die ganze Stirnmauer reichen; auch ist dem Anschlusse des wasserdichten Überzuges besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Die Ausflussteine müssen aus frostbeständigem Materiale bestehen.



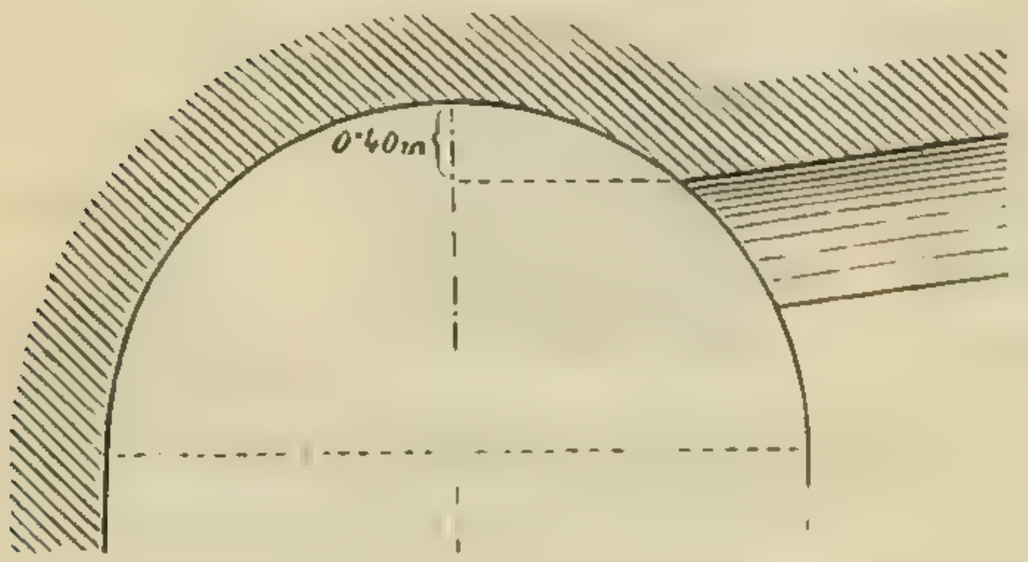
Zur Herstellung von wasserdichten Überzügen auf Mauerwerk sind vielfach unmittelbare Anstriche mit Isoliermassen, als: Holzcemente Hüttl'sche Pasta u. dgl. in Anwendung. Diese bestehen im allgemeinen aus einer Mischung von Theer, Pech, Schwefel und Colofonium oder Harz

in einem bestimmten Verhältnisse, welcher Mischung oft auch Sand beigemengt wird. Bei derlei Anstrichen kann der Einfluss verschiedener Temperaturen und die directe Einwirkung der Sonne nachtheilig sein, indem, je nach Zusammensetzung der Masse, sie bei höheren Temperaturen mehr oder weniger weich, selbst dünnflüssig, bei Kälte hart und spröde wird. Man entzieht selbe daher einer solchen directen Einwirkung entweder durch Aufbringung eines Mörtelverputzes, oder, wie den Holzcement bei Eindeckungen, durch eine 8 bis 10*cm* hohe Schotterschichte, welche auf die schwach geneigte (höchstens $^1/_{20}$) Holzcementlage aufgetragen wird.

Die Wetterbeständigkeit eines freien Cementverputzes kann nach Dr. Feichtingers „Chemische Technologie der Baumaterialien“ durch einen wiederholten Anstrich mit einer kalten Lösung von 1 Theil Eisenvitriol und 3 Theilen Wasser erreicht werden. Zeigt sich beim vierten Anstrich keine dunkle, grünlich-schwarze Färbung des Cementverputzes mehr, so ist das ein Zeichen, dass die Oberfläche mit der Eisenvitriol-Lösung gesättigt ist. Die dadurch entstandene Eisenoxyd-Hydrat-Verbindung macht den Cementverputz nicht nur dichter und härter, sondern auch gegen Witterungseinflüsse widerstandsfähig; dabei wird sich der Cementverputz nach dem Trocknen mit einer ockerfarbigen Schichte überzogen haben, welche nicht mehr mit Wasser abgewaschen werden kann.

In neuerer Zeit werden für den gleichen Zweck auch Anstriche mit Fluaten versucht.

Zusammentreffen von Gewölben. Für das Zusammentreffen von Gewölben (Gewölbverschneidungen) sind die nachfolgenden Regeln zu beachten:

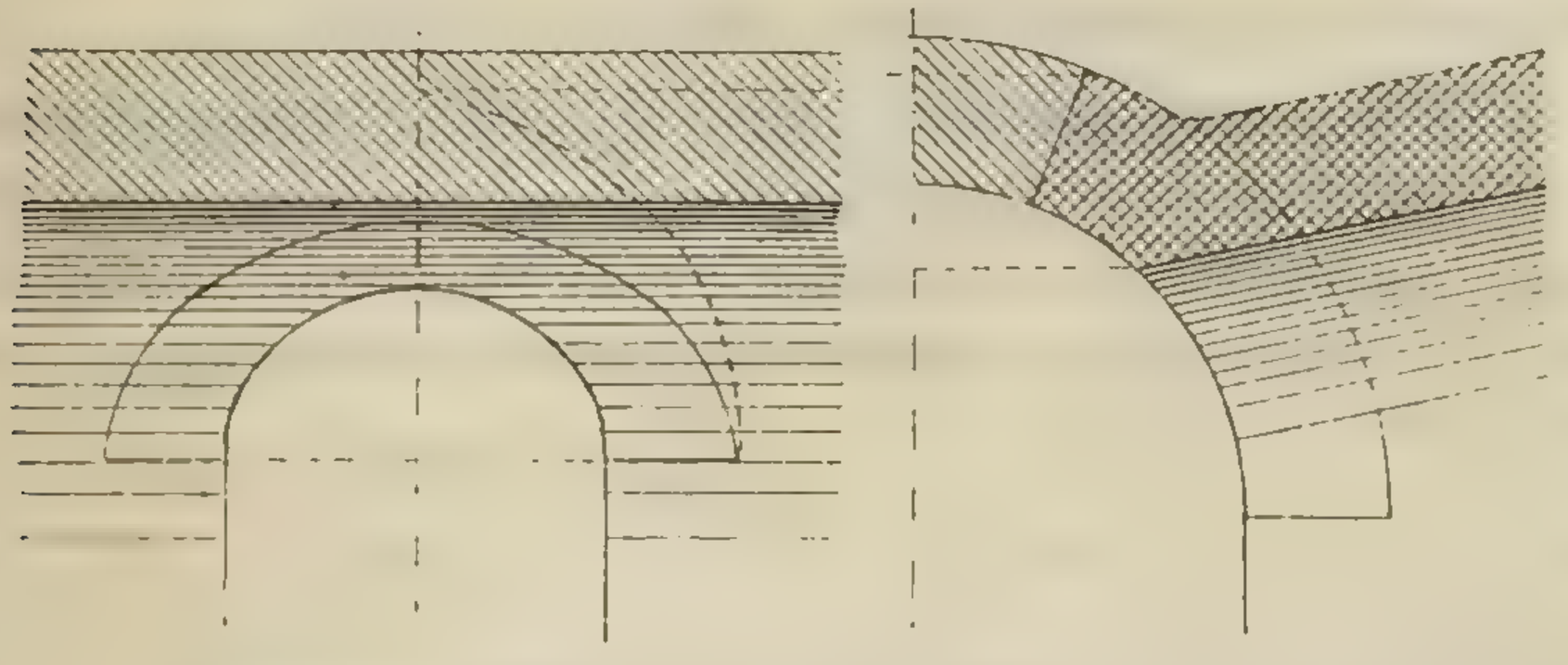


1. Der Schluss des Nebengewölbes (Gewölbe kleinerer Stichhöhe) soll am Durchstoße mit der inneren Leibung des Hauptgewölbes möglichst unter dem Schlusse des letzteren liegen.

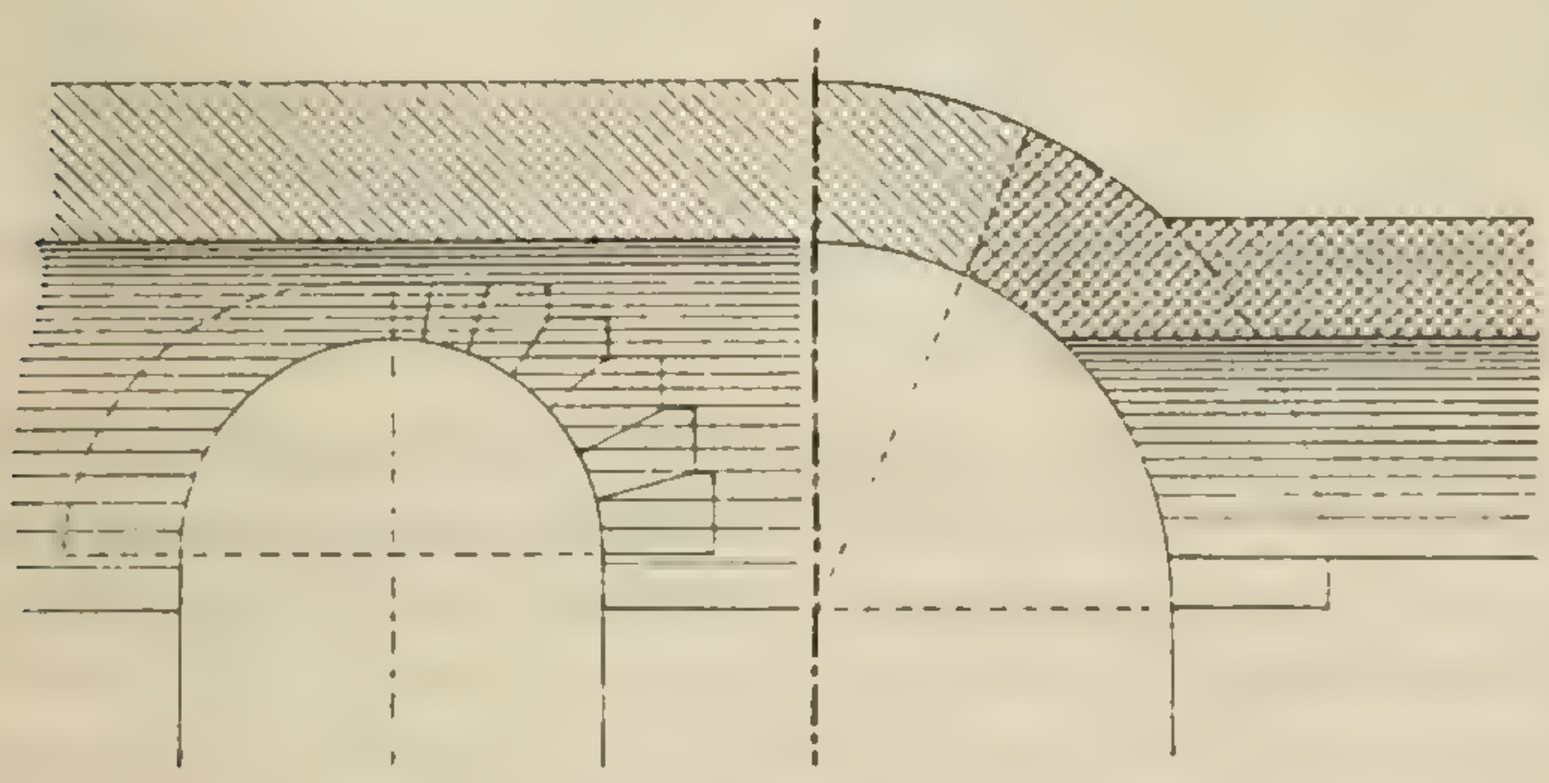
Als geringstes Maß für den bezüglichen Höhen-Unterschied kann man 0·40*m* annehmen. Bei Gewölben sehr kleiner Spannweite wird man wohl öfter unter dieses Maß gehen müssen.

2. Das Eingreifen des Nebengewölbes in das Hauptgewölbe erfolgt mit einer Gurte, deren Breite in der Innenleibung des Haupt-

gewölbes beiläufig die Dicke des Nebengewölbes beträgt. Die gegen das Hauptgewölbe gekehrte Begrenzungsfläche der Gurte wird durch eine Gerade erzeugt, welche längs der oberen Begrenzungslinie der in der Innenleibung des Hauptgewölbes liegenden Gurtsteine stets so gleitet, dass sie normal zur Innenleibung des Hauptgewölbes verbleibt.



Ist das Nebengewölbe aus Stein, so löst man diese Fläche zweckmäßig in eine Anzahl von verticalen und geneigten Ebenen auf, wie es die Skizze andeutet. Hiebei sind die Stufen dem Scharenanschlusse des Hauptgewölbes anzupassen.

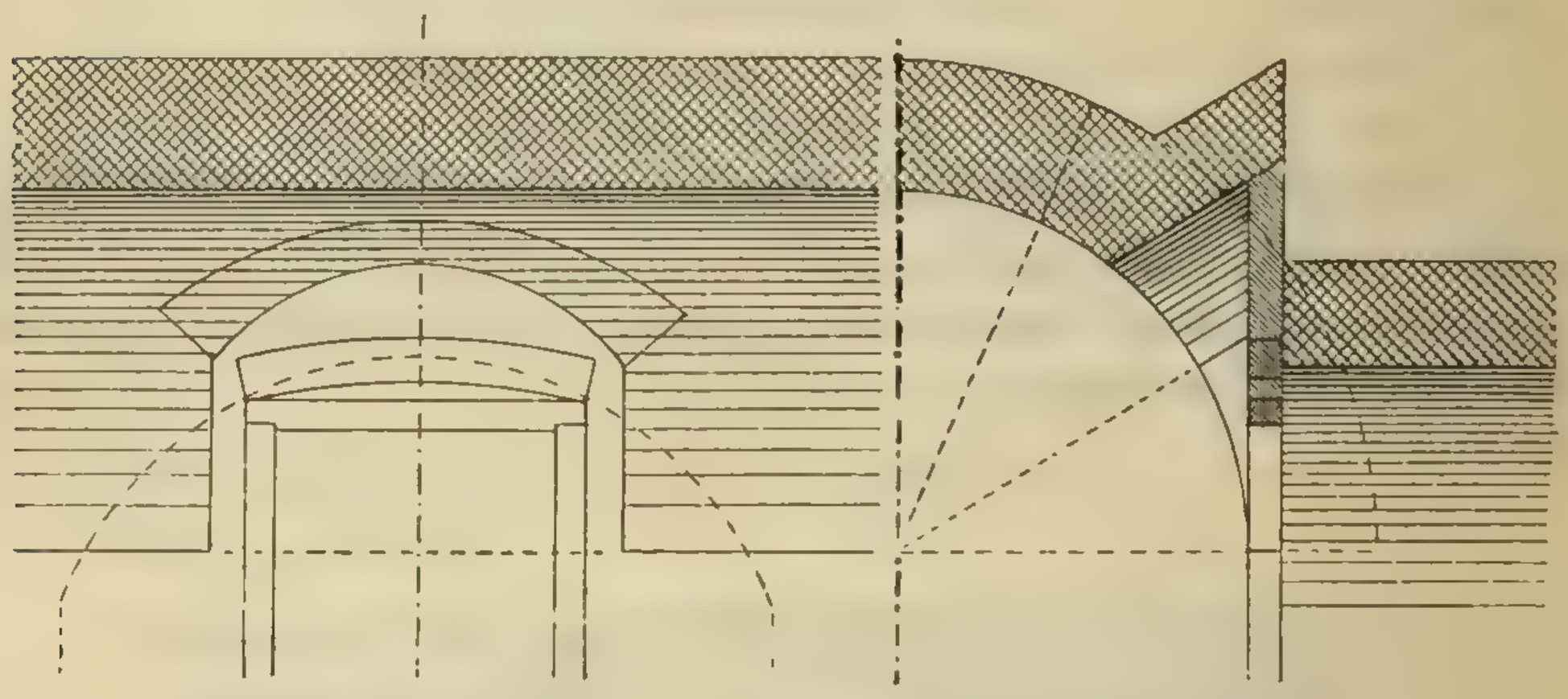


3. Der Anlauf des Nebengewölbes soll insbesondere dann nicht tiefer liegen, als jener des Hauptgewölbes, wenn der Centri-Winkel des letzteren kleiner ist als 180°; es soll also der Anlauf des Nebengewölbes im Zusammentreffpunkte entweder gleich hoch mit jenem des Hauptgewölbes, oder höher liegen.

4. Im Zusammentreffpunkte mit dem Widerlager sollen die Gewölbaxen der sich treffenden Gewölbe im Grundrisse aufeinander senkrecht stehen. Durch rechtzeitiges Einschalten eines Ringgewölbes kann dies stets herbeigeführt werden.

5. Die Länge des einschneidenden Nebengewölbes soll thunlichst mindestens gleich der Dicke des Hauptgewölbes sein, auch soll das Nebengewölbe eine entsprechende Anlehnung besitzen.

Wird das Nebengewölbe zu kurz, wie z. B. bei Thürüberwölbungen, so ordnet man ober der Thürüberwölbung, ein von dieser unabhängiges Gewölbe von der Spannweite größer als die Spannweite des ersteren im Oberbogen gemessen, als Entlastungsgewölbe (Stichkappe) an. Siehe beispielsweise die Figur.



Durch eine Stichkappe kann auch oft dem ungünstigen Zusammentreffen abgeholfen werden, wenn der Anlauf des Nebengewölbes tiefer liegt, als jener des Hauptgewölbes, überdies eine Verlegung desselben unthunlich erscheint.

6. Die Verhältnisse des Zusammentreffens sind oft dadurch zu verbessern, dass man das Nebengewölbe auf eine entsprechende Strecke vom Hauptgewölbe aus ansteigen lässt.

Beispiele über das Zusammentreffen von Gewölben finden sich in den „Constructions-Details der Kriegsbaukunst“, Maurer- und Steinmetz-Arbeiten, Abschnitt III, Blatt Nr. 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9 und 10.

Die vorstehend für die Ausführung der Gewölbe in Ziegel und Stein geltenden Regeln finden auch bei Betongewölben sinngemäße Anwendung.

b) Widerlager und Seitenwände.

Endwiderlager. Die Dicke der Endwiderlager ist nach den Lehren der Baumechanik zu ermitteln. Eine aus ausgeführten Bauten abgeleitete empirische Regel für die Endwiderlagerdicke lautet:

$$d = \frac{a}{2} + \frac{A}{12} + \frac{\Delta}{2}.$$

Hierin ist:

a die Spannweite des Gewölbes,

A dessen Anlaufhöhe ober dem Außenterrain (bei hinterfüllten Widerlagern ist $A = o$),

Δ die Stichdifferenz gegen den 180° Bogen gleicher Spannweite.

So wird für einen hinterfüllten Endwiderlager eines 180° Gewölbes

$$d = \frac{a}{2}.$$

Gemeinschaftliche Widerlager, auf denen gleiche Gewölbe in gleicher Anlaufhöhe lasten, erhielten bisher die Dicke:

bei Spannweiten $a =$	$3m$,	$4m$,	$5m$,	$6m$;
in Bruchstein	$0{\cdot}95m$,	$1{\cdot}10m$,	$1{\cdot}25m$,	$1{\cdot}40m$:
in Beton oder guten Ziegeln	$0{\cdot}80m$,	$1{\cdot}00m$,	$1{\cdot}10m$,	$1{\cdot}20m$:
im letzteren Falle wird das formatmäßige nächste Maß gewählt:	$0{\cdot}90m$,	$1{\cdot}05m$,	$1{\cdot}20m$,	$1{\cdot}20m$.

Die Dicke beträgt also im allgemeinen $^1/_3$ bis $^1/_5$ der Spannweite der aufruhenden Gewölbe.

Bei ungleichen Spannweiten, jedoch gleicher Gestalt (Centri-Winkel) und gleicher Anlaufhöhe der aufruhenden Gewölbe, ist mindestens jene Dicke zu geben, die der größeren Spannweite entspricht. Bei unregelmäßiger Lage und verschiedener Gestalt der Gewölbe kann nur die statische Untersuchung über die erforderliche Dicke Aufschluss geben — allein auch in den früher angeführten einfachen Fällen soll man die statische Untersuchung stets durchführen. Insbesondere ist hiebei zu beachten, dass die durch die Widerlager auf den Baugrund übertragene Belastung das zulässige Maß nicht überschreite.

Bei Gewölben, die gegen schwere Bomben sicher sein sollen, mache man die Widerlager $0{\cdot}3a$, bei Ausführung in Beton $0{\cdot}25a$, was bei den größeren Spannweiten eine Vergrößerung der Dicke bedingt. Diese größere Dicke erscheint mit Rücksicht auf die bedeutenden Erschütterungen nothwendig.

Brialmont verlangt, je nach der Spannweite der Gewölbe, Dicken von $1{\cdot}2$ bis $1{\cdot}6m$, sowie, dass Durchgänge, Nischen u. dgl. mit thunlichst reducierten Breiten angelegt werden: eine Forderung, die auch anderenorts aufgestellt wird und die wohl beachtet werden soll.

Anlaufflächen und Anläufe. Von besonderer Wichtigkeit ist bei Widerlagern die zweckmäßige Herstellung jener Theile, in welchen die Gewölbe ansetzen. Die Anlauffläche erhält die Lage der Gewölbfugenflächen. Bei Endwiderlagern gestaltet sich die Sache sehr einfach; das Gewölbe kann in ganzer Dicke ansetzen, da hier stets genügend Raum vorhanden sein wird. Bei gemeinschaftlichen Widerlagern wird hingegen meist der Raum für beide Gewölbe nicht vorhanden sein, weshalb zu besonderen Anordnungen geschritten werden muss; und zwar beginnt entweder das Gewölbe mit geringerer Dicke und geht erst höher in die volle Dicke über, oder es wird ein Gewölbfüßel mit horizontalen Schichten so hoch aufgemauert, bis sich der erforderliche Raum ergiebt; das letztere Verfahren ist in jeder Richtung vortheilhafter.

Beispiele von Anläufen finden sich: „Constructions-Details der Kriegsbaukunst“, Maurer- und Steinmetz-Arbeiten, Blatt 7 und 8.

Die Seitenwände sind sowohl gegen aufsteigende Bodenfeuchtigkeit, als auch, bei Vorhandensein einer Erdvorlage, gegen das seitliche Eindringen der Nässe nach Bedarf zu schützen. Ersteres geschieht durch Ausführung der Fundamente in Beton oder mit Cementmörtel (hydraulischem Kalk), dann durch Isolierung des Fundament-Mauerwerkes vom aufsteigenden Mauerwerk, durch Einschaltung einer durchgehenden Isolierschichte. Zu letzterem lassen sich auch die unter „Nachmauerung und Abwässerung der Gewölbe“ erwähnten Mittel anwenden, welche auch zum Schutze gegen das seitliche Eindringen der Nässe an den Außenflächen der Mauern entsprechend angebracht werden können. Hier ist überdies für den ungehinderten Abfluss des eingedrungenen Sickerwassers zu sorgen.

IV. Detail-Constructionen.

In diesem Capitel sollen behandelt werden: Scharten im Mauerwerk [1]); Licht- und Luftöffnungen, sowie Anlagen für die Ventilation; Thüren und Thore; Brücken, Rampen, Stiegen und Poternen; Geschütz- und Munitionsaufzüge; künstliche Beleuchtung; elektrische Ventilatoren; Telephon und Telegraph; elektrische Läutewerke und Sprachrohre.

Scharten im Mauerwerk.

Scharten sollen, bei möglichst geringer Beeinträchtigung der Deckung, den dem Zwecke entsprechenden, ungehinderten Gebrauch der Feuerwaffe gestatten.

Beim Entwurfe jeder einzelnen Scharte ist genauestens zu erwägen, welche Aufgabe ihr zufällt, da nur dann richtige Constructionen sich ergeben.

Für die Construction der Scharte sind bestimmend:

1. Die Waffe sammt deren Einrichtung für den Gebrauch (Lafettierung),

2. die damit zu erreichenden Bestreichungen, wozu in der Regel die horizontalen und verticalen Bestreichungswinkel angegeben werden.

Um der Forderung nach möglichster Deckung zu entsprechen, werden bei Scharten in Mauern eiserne Schartenblenden (Stahlblechschilde), oder aber Schartenpanzer angewendet; hiedurch wird die Schartenöffnung verkleinert, auch werden die Theile nächst der letzteren widerstandsfähiger. Die Schartenblenden werden gegen Gewehrprojectile wenigstens 12*mm*, gegen Sprengstücke von Brisanz-Geschossen wenigstens 30*mm* stark gemacht. Selbe können aus Stahlblech, bei 30*mm* und größerer Dicke auch aus gewalztem Flusseisen, oder aus Gusstahl erzeugt werden.

Alle Schartenöffnungen sollen überdies verschließbar sein, um das Eindringen der Sprengpartikel und Sprenggase von in der Nähe explodierenden Geschossen in die Räume zu verhindern; insbesondere ist dies nothwendig, wenn solche Geschosse brisante Sprengladungen haben. Derartige Verschlüsse sind in einfachster Weise durch eiserne Thürchen, oder Schuber, von derselben Dicke wie oben für Blenden angegeben, herzustellen.

Scharten in Mauern, welche durch Projectile aus Belagerungsgeschützen directe getroffen werden können, sollen jedenfalls mit Schartenpanzern armiert werden [2]).

---

[1]) Bezüglich der Scharten in Panzern siehe den Abschnitt: „Panzer“.

[2]) Die Schartenpanzer werden im Abschnitte: „Panzer“ behandelt werden.

1. Gewehrscharten.

Bei den Gewehrscharten sollen große Bestreichungswinkel vermieden, und die Bestreichung, wenn sie große Winkel umfasst, abwechselnd auf mehrere Scharten vertheilt werden.

Für die Construction sind nachfolgende Grundsätze zu beachten:

a) bezüglich Verticalscharten. Bei Mauern unter 0·90*m* Stärke ist im Grundrisse die Schartenenge — deren Ausmaß, senkrecht zur Mittellinie der Scharte, für die Construction mit 10*cm* anzunehmen ist — entweder in der inneren oder in der äußeren Mauerflucht gelegen.

Tafel I. Fig. 20. Im ersten Falle werden die Schartenbacken in Stufen ausgeführt, wobei die Backen durchwegs parallel zum Schartenmittel liegen. Durch die Anordnung solcher Stufen werden Gellschüsse gegen das Innere der Scharte nahezu vermieden. An der inneren Mauerflucht wird eine Schartenblende aus Stahlblech angebracht, welche den Schartenschlitz von 60*mm* Breite enthält.

Tafel I. Fig. 21. Liegt die Schartenenge außen, so ist die Anordnung von Stufen in den Backen nicht nothwendig, auch lässt sich in diesem Falle eine Schartenblende nicht gut anbringen.

Bei Mauerdicken von 0·90*m* bis 1·20*m* liegt die Schartenenge in der Mauermitte, dort wird auch die Schartenblende (Stahlblechschild)

Tafel I. Fig. 22. angebracht; die normale Schartenbreite an der Mauerflucht beträgt $2 \times 0{\cdot}15 = 0{\cdot}30m$. Die Schartenbacken werden nur außerhalb der Blende abgestuft.

Bei Mauern von über 1·20*m* Stärke liegt die Schartenenge im Grundrisse 0·60*m* von der Innenflucht; im übrigen ist die Construction

Tafel I. Fig. 23. analog wie vorher; die Schartenbreite wird innen $2 \times 0{\cdot}15 = 0{\cdot}30m$, außen proportional mehr.

Im Aufrisse ist für die Construction der Augpunkt im Abstande

Tafel I. Fig. 24. von 0·50*m* von der inneren Mauerflucht anzunehmen; die Höhe oberhalb des Standortes des Schützen (Bankett, Fußboden, Pritsche etc.) beträgt für stehende Schützen 1·50*m* (nach anderen Normalien 1·40*m* und 1·30*m*); für knieende Schützen 1·00*m*, für sitzende 0·85*m*. Parallele zu den extremsten Visierlinien, im Abstande von 5*cm* von diesen, geben die Form der Scharte im Aufriss. Außerhalb des Stahlschildes wird die Schartendecke und Sohle gleichfalls in Stufen ausgeführt. Die Sohltreppen erhalten eine schwache Neigung nach außen.

Durch Wahl eines tieferen Augpunktes für die Elevation lässt sich die Schartenhöhe oft wesentlich vermindern; dies wäre jedoch nur dann anzuwenden, wenn diese Richtung nicht einer Hauptbestreichung entspricht.

Die Höhe des Schartenschlitzes in der Blende ist veränderlich und hängt von der Lage der äußersten Visierlinien ab; die Durchstoßpunkte dieser mit der Blende geben die Abrundungs-Mittelpunkte des Schlitzes. Die Einmauerungstiefe der Schartenblende kann allseits mit **10***cm* angenommen werden.

b) Horizontalscharten besitzen ein großes Gesichtsfeld im horizontalen Sinne; sie gestatten die gleichzeitige Anstellung von zwei Schützen, weshalb die Stahlblechschilde hier auch zwei Schartenschlitze erhalten. Die Schartenenge liegt sowohl im Grundrisse, als auch im Aufrisse, bei Mauern bis zu 0·75*m* in der Mauermitte, sonst 0·40*m* von der inneren Mauerflucht.

Die Mittellinien der beiden Schlitze erhalten 0·60*m* Abstand und — bei normaler Anordnung — die äußersten Schusslinien an der inneren Mauerflucht je 0·15*m* Abstand von der mittleren Schusslinie. Im übrigen gelten die gleichen Grundsätze wie oben für Verticalscharten angegeben. Die Schartenschlitze sind für Horizontalscharten 60*mm* hoch. Die Einmauerungstiefen des Stahlblechschildes betragen beiderseits etwa 15 bis 16*cm*, oben und unten 10*cm*. Tafel I. Fig. 25.

Damit bei einer Reihe aufeinander folgender, gegen ein bestimmtes Schussfeld gerichteter Scharten die rasche Übersicht des Außenterrains ermöglicht werde, empfiehlt es sich, nach den örtlichen Bestreichungsverhältnissen, Scharten mit beweglichen (zu öffnenden), an der inneren Mauerflucht angebrachten Stahlblechschilden in — von Fall zu Fall — wechselnden Intervallen anzuwenden.

Da diese vorwiegend für die Orientirung dienenden Scharten, zufolge ihrer Construction das Mauerwerk mehr schwächen, als gewöhnliche Scharten mit eingemauertem Stahlblechschilde, überdies kostspieliger sind, so ist deren Anordnung, bezw. Einschaltung, zwischen den übrigen Scharten gewöhnlicher Construction auf das unbedingt erforderliche Maß zu beschränken.

Auf Tafel I. finden sich Beispiele der besprochenen Gewehrscharten mit eingemauerten Blenden bei einer Mauerdicke von 1·20*m*. Tafel I.

Fig. 26 versinnlicht lediglich Grundrisse von Scharten gewöhnlicher Construction, ohne hiemit einen bestimmten Zweck charakterisieren zu wollen. Fig. 26.

Fig. 27 enthält eine verticale Gewehrscharte mit 22½° Depression und 0° Elevation, wobei die Construction aus einem Augpunkte angenommen wurde. Fig. 27.

Fig. 28 ist gleichfalls eine verticale, aus einem Augpunkt construierte Gewehrscharte, jedoch für 15° Elevation und 5° Depression. Fig. 28.

Fig. 29. Fig. 29 versinnlicht eine Maulscharte mit 10° Depression und 5° Elevation, wobei die Construction aus zwei Augpunkten angenommen wurde.

Fig. 30, 31 u. 32. Die Figuren 30, 31 und 32 stellen eine verticale Gewehrscharte mit innerem, beweglichem Stahlblechschilde, sammt den Details für letzteren dar. Die Construction erfolgte aus zwei Augpunkten, u. zw. für 26° Depression und 6° Elevation.

Fig. 33, 34, 35 u. 36. Die Figuren 33, 34, 35 und 36 zeigen eine Horizontalscharte mit innerem, beweglichem Stahlblechschilde, sammt Details für letzteren. Die Construction erfolgte aus zwei Augpunkten, u. zw. für 15° Depression und 6° Elevation.

Bei den vorstehenden Beispielen ist vorausgesetzt, dass die Schlitzscharten flach überdeckt sind, bezw. einen scheitrechten Bogen zum oberen Abschluss haben; die Horizontalscharte ist mit einem 60°igen Cylindergewölbe überspannt.

Tafel I. Fig. 37 u. 38. Scharten für Gewehre in Gewehrlafetten werden nach den gleichen Grundsätzen angelegt. Die Schartenblende und die Drehaxe für die Horizontalbewegung der Gewehrlafette sind möglichst nahe aneinander zu rücken, damit die Breite der Schartenöffnung klein werde. Die Höhe der letzteren wird nach den verticalen Bestreichungswinkeln und nach der Lafetten-Construction ermittelt.

c) Austheilung der Scharten im Grundrisse. Verticalscharten erhalten 1·15*m* Minimalabstand von einander. Horizontalscharten werden Mitte zu Mitte 2·20*m* bis 2·50*m* auseinander gelegt; hierbei ergeben sich keine zu bedeutenden Mauerschwächungen.

Der größte Schartenmittelabstand ergibt sich mit Rücksicht auf die Forderung, dass die äußersten Schusslinien zweier benachbarter Scharten sich womöglich 3·00*m* vor der äußeren Mauerflucht treffen sollen, so dass also vorwärts dieser 3·00*m* die Feuerbereiche der Scharten sich übergreifen.

Bei ausspringenden Winkeln von mindestens 90° ist das erste senkrechte Schartenmittel nach rechts 0·60*m*, nach links 0·30*m* von der inneren Mauerecke anzulegen.

d) Austheilung der Scharten im Aufrisse. Das Niveau des Standortes der Schützen ist mit dem Außenniveau so zu combinieren, dass der tiefste Punkt der Scharte mindestens 1·80*m* über letzterem sich befindet; hiebei ist die gesenkteste Schussrichtung so zu wählen, dass ein 3·00*m* von der Maueraußenflucht in 0·60*m* Höhe über dem Boden befindlicher Punkt noch getroffen werden kann. Liegen der Mauer Hindernisse vor (z. B. Drahthindernisse), welche ein Herantreten

bis an die Außenflucht der Mauer unmöglich machen, so kann von der oben angegebenen Minimalhöhe von 1·80*m* abgesehen werden.

Es ist im ersten Falle:

$$(3{\cdot}5 + D) : 3{\cdot}0 = (0{\cdot}90 + X) : 1{\cdot}25 \text{ oder } X = \frac{1{\cdot}25\ (3{\cdot}50 + D)}{3{\cdot}00} - 0{\cdot}90,$$

Tafel I. Fig. 39.

also z. B. für $D = 1{\cdot}50$ wird $X = 1{\cdot}18$.

Ist X gegeben, so ist die Neigung des gesenktesten Schusses auszumitteln.

Zur Erreichung der erforderlichen Höhe der Scharte über dem unmittelbar vorliegenden Außenniveau können ausnahmsweise Diamantgräben angewendet werden, wenn nicht durch Regulierung der Grabensohle das Gleiche erzielt werden kann. Überhaupt sind Diamantgräben nur dort zulässig, wo keine schwere Bomben zu erwarten sind, da die Wirkung der letzteren gegen die Mauer, durch vorliegende enge Gräben, wenn die Explosion in diesen erfolgt, bedeutend gesteigert wird.

2. Geschützscharten.

Sollen Geschütze durch Scharten im Mauerwerk zur Verwendung gelangen, so sind erstere womöglich mit Minimalscharten-Lafetten zu versehen.

Da man auch bei Nichtverwendung von Minimalscharten-Lafetten möglichst kleine Schartendimensionen anstrebt, soll die Ermittlung der in jedem besonderen Falle erforderlichen Elevations- und Depressions-, dann Seitenbestreichungswinkel mit größter Sorgfalt erfolgen. Gewöhnliche Mauerscharten erhalten in der Regel dennoch ziemlich große Breiten- und Höhenabmessungen; deshalb werden sie für die Zeit der Unthätigkeit der Geschütze gegen Einsteigen durch Schartengitter — gegen Gewehrprojectile und Geschosssprengstücke, wie schon eingangs erwähnt, durch Schartenblenden, versichert.

Können die Scharten von Projectilen aus Belagerungsgeschützen getroffen werden, so ist auch die Anwendung von Schartenpanzern unausweichlich.

Die Grundsätze für die Construction von Geschützscharten werden im Nachfolgenden ganz allgemein abgeleitet, wobei aber vorerst von Minimalscharten abgesehen wird.

Das Geschützrohr spielt nach dem Schusse so zurück, dass jeder Punkt desselben eine horizontale Bahn beschreibt. Reicht daher das Rohr bei der Feuerstellung in die Scharte hinein, so ist die innere Scharten-

öffnung in ihrer Höhe so zu bemessen, dass das anstandslose Rückspielen, sowohl bei der größten Elevation, als auch bei der größten Depression, erfolgen könne. Reicht hingegen das Geschützrohr in der Feuerstellung nicht in die Scharte, so muss die Scharte doch für das abgefeuerte Projectil Raum geben. Überdies werden Spieläume, in der Regel mit 5*cm* von den äußersten Punkten des Rohrkopfes, angenommen.

Tafel II. Fig. 1, 2 u. 3.

Dem Gesagten zufolge erhält man

im ersten Falle:

für die innere Schartenhöhe $H = 2 \times 0{\cdot}05 + Z\ (\sin \varepsilon + \sin \delta) + A \cos \varepsilon + a \cos \delta$,

die äußere Schartenhöhe $H_1 = H + (D - d)\ (\operatorname{tg} \varepsilon + \operatorname{tg} \delta)$,

die Sockenhöhe $H_2 = h - K \sin \delta - a \cos \delta - 0{\cdot}05$;

im zweiten Falle:

die innere Schartenhöhe $H = X(\operatorname{tg} \varepsilon + \operatorname{tg} \delta) + \frac{A + 0{\cdot}05}{\cos \varepsilon} + \frac{a + 0{\cdot}05}{\cos \delta}$,

die äußere Schartenhöhe $H_1 = H + (D - d)\ (\operatorname{tg} \varepsilon + \operatorname{tg} \delta)$,

die Sockenhöhe $H_2 = h - X \operatorname{tg} \delta - \frac{a + 0{\cdot}05}{\cos \delta}$.

Im Grundrisse betrachtet, spielt das Geschütz stets in der innehabenden Richtebene zurück; man hat daher bei der Schartenbreite nur auf die Rohrkopfdimension und den bei der äußersten Seitenwendung erforderlichen Spielraum von 5*cm* Rücksicht zu nehmen. Hiernach erhält man bei symmetrischen Scharten:

die innere Schartenbreite $B = 2 \left(\frac{r + 0{\cdot}05}{\cos \beta} + d \operatorname{tg} \beta + Y \operatorname{tg} \beta \right)$,

die äußere Schartenbreite $B_1 = B + 2\ (D - d) \operatorname{tg} \beta$.

Je kleiner Y wird, desto schmäler kann die Scharte werden.

Tafel II. Fig. 4.

Früher machte man im Grundrisse das Maß c constant, u. zw.: für Kanonen M. 1861 und die 15*cm* Granatkanonen $2c = 0{\cdot}58$; sonst $2c = 0{\cdot}79m$.

Die innere Schartenbreite wurde also $B = 2c + 2\ (Y + d) \operatorname{tg} \beta$. Darnach sind die meisten bisher ausgeführten Scharten construiert.

Die hiebei vorkommenden Ausmaße finden sich in nachstehender Tabelle. (Seite 64 und 65.)

Die nach dem Vorhergehenden resultierenden Scharten-Conturen werden in der Ausführung insoferne abgeändert, als die Begrenzungsflächen, wie bereits bei den Gewehrscharten erörtert, in Stufen aufgelöst werden.

Es soll nun noch kurz untersucht werden, welche Bedingungen von der Lafettierung erfüllt werden müssen, um eine Minimalscharte zu erhalten, d. h. eine solche Scharte, deren Dimensionen in der Schartenenge einzig und allein von der Größe des größten, dieselbe beim Rückspielen passierenden Rohrquerschnittes abhängig sind.

Ist bei irgend einer Elevation ε,

l_2 die Rohrlänge vom Drehpunkte für die Höhenrichtung bis zur Schartenenge,

l_1 die Länge von der Schartenge bis zur Ebene des größten Rohrquerschnittes nächst der Mündung,

ab die Richtung, in welcher das Rückspielen erfolgt,

α der Winkel dieser Richtung mit der Rohraxe,

s_1 jener Theil der Schartenhöhe, der vom größten, die Enge passierenden Rohrquerschnitte abhängig ist:

so hat man für die Schartenhöhe oberhalb der horizontalen durch die Drehaxe des Rohres für die Höhenrichtung:

Tafel II. Fig. 5.

$$H = (l_1 + l_2) \sin \varepsilon + l_1 \cos \varepsilon \operatorname{tg} (\alpha - \varepsilon) + s_1.$$

Ähnliche Verhältnisse ergeben sich bei irgend einer Depression für die Höhe der Scharte unterhalb der erwähnten Horizontalen, und es wird

$$H' = (l'_1 + l'_2) \sin \delta - l'_1 \cos \delta \operatorname{tg} (\delta - \alpha') + s_2.$$

Die Scharte wird nur dann minimal, wenn $H = s_1$, $H' = s_2$, wenn also $(l_1 + l_2) \sin \varepsilon + l_1 \cos \varepsilon \operatorname{tg} (\alpha - \varepsilon) = 0$ und $(l'_1 + l'_2) \sin \delta - l'_1 \cos \delta \operatorname{tg} (\delta - \alpha') = 0$ werden.

Dies ist nur der Fall:

1. Wenn $l_1 = 0$, $l_2 = 0$, bezw. $l_1' = 0$, $l'_2 = 0$ sind, d. h. wenn die Drehaxe für die Höhenrichtung in die Schartenenge verlegt wird, und zugleich in der Ebene des größten Rohrquerschnittes nächst der Rohrmündung liegt.

2. Wenn $l_2 = 0$ und $\alpha = 0$, bezw. $l'_2 = 0$, $\alpha' = 0$ sind, d. h. wenn die Drehaxe für die Höhenrichtung in die Schartenenge verlegt wird und das Rückspielen des Rohres stets in der beim Schusse innehabenden Richtung der Rohraxe erfolgt.

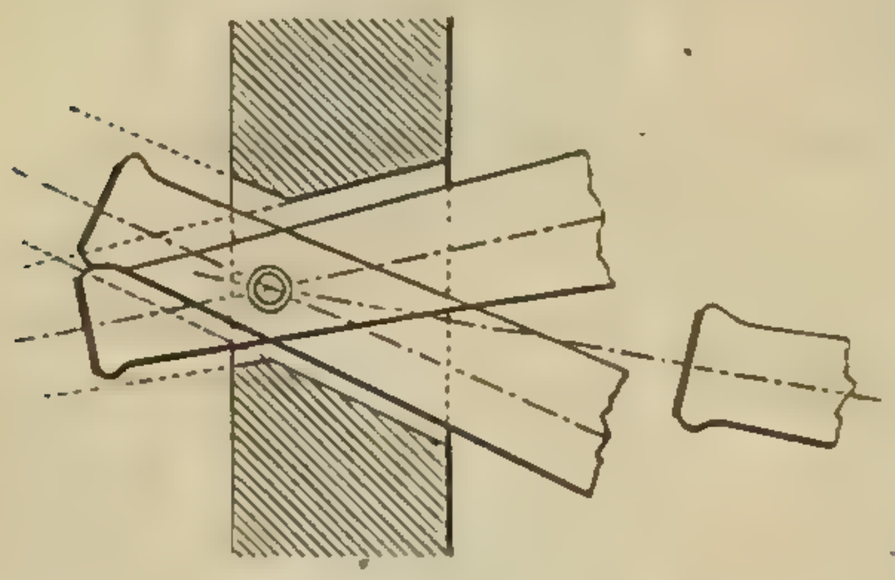
Daten zur Bestimmung der Abmessungen der Casematt-Scharten

für jene Geschütze, welche möglicherweise in Casematten verwendet werden.

Caliber	Benennung der Geschütze	Lafette	Räder	Aufstellungsart	Abstand des höchsten Punktes d. Visier-aufsatzes (Rohr-kopfes) von der durch die Schildzapfenaxe parallel zur Rohr-axe gelegten Ebene A	Abstand d. tiefsten Punktes des Rohr-kopfes a	Herabsetzung der Schildzapfenaxe unter die Rohraxe s	Halbmesser des Rohrkopfes r	Abstand der Schild-zapfenaxe von der Mündung z	Einreichen des Rohres in die Scharte J	Erhöhung der Schild-zapfenaxe über der Casemattsohle h	Größter Elevations-Winkel ε	Größter Senkungs-Winkel δ
					Meter							Grad	
11mm	Mitrailleuse	Feld-Gestell	134cm hölz.	Casematt-Sohle	0·1918	- 0·0088	0·0922	0·0834	0·5372	- 0·2589	1·0008	13	13
				Pivotbock						0·200	1·0078	20	17
8mm				Casematt-Sohle	0·160	- 0·033	0·055	0·053	0·517	0·300	0·845	18	14
15cm	schwere Granatkanone	Batterie-	142cm hölz.	Casematt-Sohle						0·4101	1·2577	14½	8
		Festungs-	79cm eiserne	Bettung mit Kugelrinne und mit Reihbalken: mit	0·2620	0·0971	0·0593	0·1564	1·0641	0·4320	1·1985	14	13
				Bettung mit Kugelrinne und mit Reihbalken: ohne						0·5637			
		Depressions-		Bettung mit Kugelrinne und mit Reihbalken: mit						0·3662	1·2182	15	26
				Bettung mit Kugelrinne und mit Reihbalken: ohne						0·4979			
15cm	leichte Granatkanone	eiserne Casematt-	35cm eiserne Roll-	Casematt-Bettung	0·1299	0·0922	0·0132	0·1054	0·7990	0·693	1·050	10	10
		hölzerne Casematt-								0·600	1·050	10	10

9cm	Kanone M. 1861	Batterie-	142cm hölz.	Casematt-Sohle			0·1977	0·0810	0·0474	0·1284	1·0196	0·3885	1·2314	23½	10
		Festungs-	79cm eiserne	Bettung	mit	Kugelrinne und mit Reihbalken						0·3885	1·1458	15½	19
					ohne							0·5202			
		Depressions-			mit							0·3358	1·2248	24	26
					ohne							0·4675			
12cm	Kanone M. 1861	Batterie-	142cm hölz.	Casematt-Sohle			0·2654	0·0861	0·0653	0·1514	1·5365	0·8824	1·2950	21	10
		Festungs-	79cm eiserne	Bettung	mit	Kugelrinne und mit Reihbalken						0·8516	1·2467	15	16
					ohne							1·0360			
		Depressions-			mit							0·7968	1·2270	23½	26
					ohne							0·9812			
15cm	Kanone M. 1861	Batterie-	142cm hölz.	Casematt-Sohle			0·3256	0·1230	0·0746	0·1975	1·7088	1·0338	1·4575	25	10
		Festungs-	79cm eiserne	Bettung	mit	Kugelrinne und mit Reihbalken						1·0250	1·2467	15½	16
					ohne							1·2094			
		Depressions-			mit							0·9504	1·3038	23	26
					ohne							1·1348			
8cm	Kanone M. 1863	Feld-	134cm hölzerne	Casematt-Sohle			0·1449	0·0472	0·0395	0·0867	0·7639	0·1800	1·1195	24	7
10cm	Kanone M. 1863	Feld-	134cm hölzerne	Casematt-Sohle			0·1751	0·0604	0·0461	0·1065	0·9153	0·3797	1·1985	23	8
8cm	Kanone M. 1875	Feld-	137cm hölzerne	Casematt-Sohle			0·065	0·065	0	0·065	1·175	0·535	1·080	23	10
9cm	Kanone M. 1875	Feld-	137cm hölzerne	Casematt-Sohle			0·079	0·079	0	0·079	1·230	0·590	1·150	25	10
Montigny-Mitrailleuse ins Bockgstell							0·185	0	.	0·085	0·54	0·75	1·10	.	.

Bezüglich des Schartengrundrisses ist die letzterwähnte Bedingung stets erfüllt, daher eine Minimalscharte erzielt, wenn die Drehaxe für die Seitenrichtung in die Schartenenge verlegt werden kann.



Eine Minimalscharte wird auch dann noch resultieren, wenn die Axe des rückspielenden Rohres stets die Drehaxe für die Höhenrichtung schneidet, im übrigen aber eine beliebige Bewegung innerhalb der Grenzen ε und δ vollführt. Um eine möglichst geringe treffbare Schartenfläche zu erzielen, wird die Schartenenge am besten möglichst nahe der Außenflucht der Mauer (des Panzers) verlegt.

Beispiele hiefür finden sich in den „Constructions-Details“, Schlosserarbeiten, Blatt 7; Fig. 2, 3, 4, 5. Bezüglich der Dicke dieser Stahlbleche gilt das für Gewehrscharten-Blenden Gesagte.

Beispiele über die Construction von Mauerscharten in verschiedenen Materialien finden sich in den „Constructions-Details“, Maurer- und Steinmetzarbeiten, Abschnitt IX, Blatt 17 bis 25.

Licht- und Luftöffnungen, sowie Anlagen für die Ventilation.

Die Rücksicht auf die Erhellung der Räume in Kriegsbauten fordert möglichst große, jene auf die Sicherung gegen die Geschosswirkung, möglichst kleine Fensteröffnungen. Letztere Rücksicht wird sogar zwingen, diese Öffnungen während einer Beschießung ganz oder theilweise abzublenden; in diesem Falle ist dann für künstliche Beleuchtung, und bei Wohnräumen, eintretenden Falles, auch für künstliche Ventilationen vorzusorgen.

Jene Räume, welche schon im Frieden dem Belage dienen, sollen wohl stets Fenster als Lichtöffnungen erhalten. Die Anwendung von Schächten mit Glasdecken kann nur im Frieden, und dies nur ganz ausnahmsweise, ins Auge gefasst werden (z. B. bei Gängen, Proviantmagazinen Depots etc.), Diese Schächte sind im Kriegsfalle mit $5mm$ starkem Wellblech, oder mit I-Trägern und einer $1{\cdot}8m$ hohen Betondecke abzuschließen.

Für Unterkunftsräume von etwa $5m$ Breite wird man in der Regel zwei Fenster von je $0{\cdot}90m$ Breite und $1{\cdot}80m$ Höhe so anlegen, dass der zwischen beiden befindlichen Fensterpfeiler mindestens $1{\cdot}0m$ Breite erhalte. Die Parapetmauer muss voll ausgeführt sein. Die Parapetenhöhe wird mit 0·75 bis $0{\cdot}90m$ genommen. Der obere Fensterabschluss

ist entweder gerade oder bogenförmig. Die Fenster erhalten gewehrschussichere Läden aus 12*mm* Stahlblech (gewalztes Flusseisen).

Das Abblenden der Fenster erfolgt im Beschießungsfalle, nach dem Verschließen mit den vorerwähnten Stahlblechläden, durch Sandsackpolster und Coulissenhölzer. Dies geschieht entweder vollständig, oder wie anderwärts üblich, nach der in Fig. 6 dargestellten Weise. Im letzteren Falle ist die Blendung im unteren Theile bleibend, durch Schließen des 12*mm* dicken, außen anzubringenden Stahlblechladens der nur 1·35*m* Höhe erhält; hinter diesem wird der Raum auf jene Höhe und bis zur inneren Mauerflucht mit Sandsäcken ausgeschlichtet, und nach Innen durch einen aus 8*cm* starken Pfosten hergestellten Laden abgeschlossen, der durch zwei starke Eisenbalken (etwa gewalzte Träger Type 10) gehalten wird, die in kräftige, eingemauerte Haken eingelegt werden. Der obere Theil des Fensters erhält einen 30*mm* starken, aufziehbaren Stahlblechladen, der um eine 50*mm* dicke Rundstange drehbar ist. Zum Aufziehen des Stahlblechladens, zum Zwecke des Lüftens, dient eine möglichst einfache Aufziehvorrichtung (Seil und Rolle). Tafel II. Fig. 6.

Niedrige Fenster z. B. in Unterständen, können der ganzen Höhe nach durch Stahlblechschilde von 30*mm* Dicke abgeschlossen werden; diese bestehen am besten aus einzelnen Theilen von 0·3*m* Breite, die je mit zwei Ösen an einer kräftigen Rundeisenstange aufgehängt sind, und einzeln zum Lüften aufgespreizt werden können. Tafel II. Fig. 7.

Fig. 8 zeigt noch eine Fensterblendung mit Vignole-Schienen nach Brialmonts Vorschlag. Fig. 8.

Über das Detail der Fensterumrahmung, sowie über Friedens-Fensterverschlüsse enthalten die „Constructions-Details“ vielfache Beispiele (Maurer- und Steinmetzarbeiten, Abschnitt V, und Tischlerarbeiten).

Die, außer den Fenstern, etwa noch erforderlichen Ventilations-Einrichtungen (namentlich bei Depots) werden nach gleichen Grundsätzen wie bei Hochbauten angeordnet.

Nachdem, wie schon oben angedeutet, die Fenster der Unterkunftsräume, wegen der Gas- und Splitterwirkung von schweren Bomben, während eines Bombardements verrammelt werden müssen, so wird man bei allen Wohncasematten, welche der erwähnten Wirkung ausgesetzt sein können, in besonderer Weise für genügende Ventilation zu sorgen haben; dies kann zweckmäßig durch eine künstliche Ventilations-Anlage erfolgen. Hiezu eignet sich die Pulsions-Ventilation, d. i. jene, bei welcher die Lufterneuerung durch Einpressen von frischer Luft in die Räume, bei Abfuhr der verdorbenen Luft erfolgt. Dabei ist an-

zustreben, dass dem betreffenden Raume pro Mann und Stunde etwa $15m^3$ frische Luft zugeführt werde.

Für diesen Zweck können Hochdruck-Centrifugal-Ventilatoren in Aussicht genommen werden, deren Betrieb bei großer Ausdehnung der Canäle am besten durch einen eigenen Benzinmotor erfolgen wird, wenn nicht schon ursprünglich andere Motoren zur Verfügung stehen. Für den Fall einer zeitweiligen Unbrauchbarkeit des Motors ist für ein Antriebwerk mit Menschenbetrieb vorzusehen, wenngleich in diesem Falle die Leistung des Ventilators geringer wird.

Die Zufuhr der frischen Luft erfolgt durch eine möglichst glatte dichte Rohrleitung von entsprechendem Durchmesser (etwa 35*cm* Lichte) als Hauptleitung, von welcher je eine Abzweigung in jeden zu ventilierenden Raum führt, welche hier ihre möglichst hoch angebrachte Mündung, u. zw. in der Nähe des Ofens, besitzt. Zur Abführung der verdorbenen Luft ist in jeder Casematte an der Kehlseite ein Canal mit rechteckigem Querschnitte (400/150*mm*) derart angeordnet, dass eine obere und untere Öffnung nach dem Innenraume der Casematte, dagegen bloß eine obere Öffnung nach außen führt.

Die Functionierung dieser Ventilationsanlage ist folgende:

a) Während der kalten Jahreszeit, wobei die Heizung der Öfen vorausgesetzt ist, sind die Zuführungsöffnungen aufzumachen; die oberen inneren Abführungsöffnungen sind zu schließen. Die kalte, frische Luft wird sich beim Eintritte mit der vom Ofen kommenden warmen Luft mengen, und wird dadurch selbst erwärmt; an den Casemattenwänden abgekühlt, sinkt sie zu Boden und wird hiebei gleichzeitig aufgebraucht. Die verdorbene Luft wird durch die unteren Abführungsöffnungen abfließen.

b) Während der warmen Jahreszeit wird die untere Abzugsöffnung geschlossen, die obere geöffnet. Die frische Luft tritt wie früher oben ein, nimmt die Athmungsproducte in sich auf, und entweicht sodann durch die oberen Abzüge in das Freie.

Der Regulierung der Zuführungs- und Abführungsöffnungen ist jedenfalls die größte Aufmerksamkeit zuzuwenden, um einerseits eine zu hoch gespannte Luft, anderseits die schädliche Zugluft in den Casematten zu vermeiden; letztere dürfte sonst nur zu bald dahin führen, dass die Mannschaft die Öffnungen verstopft, um sich von dieser unangenehmen Luftzufuhr zu befreien, wodurch natürlich die ganze Ventilations-Anlage zwecklos würde.

Bei der Projects-Verfassung wird es nothwendig sein, bezüglich der Ventilations-Anlage mit einer verlässlichen Firma, welche sich

mit derartigen Einrichtungen beschäftigt, das Einvernehmen zu pflegen, u. zw. wegen Dimensionierung der Maschinen- und zugehörigen Depot-Räume, der Detail-Anordnung der maschinellen Einrichtung, sowie wegen der allgemeinen Disposition für die Ventilierung der Räume, Größe der Luftzufuhr- und Abfuhrcanäle etc.

Für einzelne Räume können auch gewöhnliche Schrauben-Ventilatoren zur Anwendung kommen, welche entweder von Hand aus, oder, wenn eine Elektricitäts-Quelle zur Verfügung steht, durch diese betrieben werden. Hierüber siehe auch am Schlusse dieses Theiles die elektrischen Ventilatoren.

Thore und Thüren.

Eingangsthore und Thüren aus dem Freien sind, um zu große Gewichte zu vermeiden, gewöhnlich nur gewehrschussicher, also aus 12*mm* Stahlblech (gewalztes Flusseisen) herzustellen. Dabei ist aber vorzusorgen, dass diese Abschlüsse durch Sandsackpolster und Coulissenhölzer auch gegen Geschosssplitter widerstandsfähig gemacht werden können.

Brialmont verlangt Thorabschlüsse aus zwei 20 bis 25*mm* dicken Stahlblechlagen und schlägt Schubthore vor.

Ins Freie führende Ausgänge können auch durch Traversmauern von 0·75*m* Dicke gegen Sprengstücke von Brisanzgeschossen gesichert werden. Ist ein Gang vorhanden, so kann durch Anordnung der Thüren nach Fig. 10 das directe Einschlagen der Sprengpartikel in die Casemattenräume verhindert werden. Tafel II. Fig. 9. Fig. 10.

Aus Sicherheitsgründen werden die Haupteingänge in die Werke gewöhnlich auch mit zwei Thorabschlüssen und dazwischen liegendem Zwinger versehen.

Eingangsthore in die Werke erhalten 2·2 bis 2·5*m* Lichtweite, 2·2 bis 2·5*m* Lichthöhe, Anlauf mindestens 1·80*m* hoch. Für die Thorfahrt genügt dann eine Breite von 3·00*m*.

Thore im Inneren der Werke, durch welche Geschütze passieren sollen, müssen eine, der Achslänge derselben entsprechende Breite erhalten (z. B. für Geschütze M. 1863, 2·10*m*); die Höhe hängt von der Lafette ab, meist dürfte 2·0*m* als Minimalmaß genügen.

Die gewöhnlichen Thüren erhalten im Lichten 0·9 bis 1·5*m* Breite und 1·85 bis 2·20*m* Höhe.

Die „Constructions-Details“ enthalten zahlreichen Beispiele, u. zw.: über die Detail-Construction des Mauerwerkes bei Thür- und Thoröffnungen: „Maurer- und Steinmetzarbeiten“, Abschnitt 6; über Thor- und Thürverschlüsse: „Tischler- und Schlosserarbeiten“.

Thore in Noyau-Umschließungen haben in der Regel auch dem bürgerlichen Verkehre zu dienen und sind dementsprechend zu gestalten. Um hoch und breit gepackte Lastwagen passieren zu lassen, sollten diese Thore wenigstens 3·80*m* Breite und 5·00 lichte Höhe erhalten. Letztere, im Vereine mit der bombensicheren Überdeckung, zwangen zur Anwendung eines größeren Aufzuges und zur Anlage der sogenannten Thor-Cavaliere; diese haben den Nachtheil, dass sie sich nach außen kennzeichnen und dem Gegner mitunter ein gutes Ziel bieten, weshalb man jetzt von solchen Anlagen absieht, und die Communication durch offene Einschnitte in der Umschließung führt. Neben der Wagendurchfahrt wurde meist auch noch eine Fußgänger-Communication von 2 bis 3*m* Breite und 3 bis 4*m* Höhe, mit 1·2 bis 1·5*m* breiten und etwa 2·5*m* hohen Pforten angelegt. Eine zweite Thorabsperrung hinter dem äußeren Thore, sowie Vorkehrungen zum Verrammeln der Thorfahrt, vervollständigen den Abschluss.

Zunächst des Thores befinden sich die Wachräume: selbe umfassen ein Mannschafts-Wachzimmer, ein Officierszimmer, ein Arrestlocale, einen Abort, etwa auch noch einen Stall für Cavallerie-Patrullen.

Die modern angelegten Noyau-Umschließungen sind zumeist viel einfacher gestaltet, als die aus früherer Zeit stammenden. Es werden demnach bei ersteren auch die Communications-Abschlüsse einfacher sein und sich nach der Gesammtanlage und den besonderen örtlichen Verhältnissen zu richten haben.

Brücken, Rampen, Stiegen und Poternen.

Über die Gräben der Befestigungsobjecte können die Straßen mittels Dämme oder Brücken geführt werden, doch gelangen letztere bei der fortschreitenden Vervollkommnung des Verticalfeuers immer weniger zur Anwendung. Bei der Anlage beider ist darauf Bedacht zu nehmen, dass die Grabenvertheidigung durch sie nicht beeinträchtigt wird.

Ein Theil dieser Communicationen wird zum Unterbrechen eingerichtet, u. zw. durch Einschalten von Roll-, Zug-, oder sonstigen beweglichen Brücken, oder von abwerfbaren Brücken. Die Unterbrechung erfolgt auf mindestens 2·5*m*; über 4*m* dürfte wohl nur ausnahmsweise gegangen werden. Mit Rücksicht auf den besseren Schutz dieser Unterbrechungen erscheint es angezeigt, selbe in die geschossicher eingedeckte Thorfahrt, u. zw. so zu verlegen, das sie gut bestrichen werden können.

Rollbrücken. Man kann zwei Arten von Rollbrücken unterscheiden: Solche, die behufs Schaffung der Communications-Unter-

brechung nach der Länge der Communication verschoben werden; dann solche, wo diese Verschiebung der Quere nach erfolgt. Bei letzteren entsteht die Communications-Unterbrechung in der Thordurchfahrt selbst, während selbe bei ersteren auch außerhalb der Thordurchfahrt stattfinden kann.

Beispiele solcher Rollbrücken befinden sich in den „Constructions-Details“, Maschinisten-Arbeiten, Blatt Nr. 3 und 4.

Zugbrücken. Die Ausmaße der Zugbrücken sollen sich im allgemeinen nach der Größe jener Thore richten, die sie im aufgezogenen Zustande schließen sollen. Nachdem jedoch diesen Brücken leichte Beweglichkeit, ohne complicierte Vorrichtungen, deshalb möglichst geringes Gewicht, zukommen muss, so macht man selbe nicht über 4·00*m* lang. Zur Verminderung des Gewichtes der Zugbrücke, wird dieselbe für den schweren Verkehr häufig durch einen Bock provisorisch unterstützt.

Bei Holzconstructionen werden die Tragbalken — 4 bis 5, je nach der Brückenbreite — aus Eichen- oder Lärchenholz hergestellt; ihr Querschnitt beträgt, für die schwersten Lasten und für die größte vorkommende Brückenlänge, 20/20*cm* bei quadratischem, oder 16/22*cm* bei rechteckigem Profil. Bei Anwendung einer Eisenconstruction (welche vorzuziehen ist) entspricht hier das I-Träger-Profil Nr. 16 mit $\frac{2J}{h} = 132{\cdot}8$.

Dessen Gewicht pro Meter Trägerlänge beträgt 19·6*kg*; der Eichenholzträger von 20/20 (16/22)*cm* wiegt hingegen 32 (28)*kg* pro Meter Länge (hiebei ist 1m^3 Eichenholz mit 800*kg*, also gering, angenommen).

Mit Rücksicht auf den geringeren Verkehr, wird der Brückenbelag 5 bis 8*cm* dick, aus Eichenpfosten hergestellt, obschon in diesem Falle dem größten Raddrucke von 2.500*kg* eine Dicke von etwa 10*cm* entsprechen würde.

Das Eigengewicht der größeren Brücken (4*m* Spannweite) kann mit etwa 150*kg* pro m^2, jenes der kleineren (3*m* Spannweite) mit etwa 120*kg* pro m^2 approximativ veranschlagt werden.

Die Bedingungen, welche eine gut construierte Aufzugsbrücke erfüllen soll, sind:

1. Der Bewegungsmechanismus soll einzig und allein die Widerstände der Bewegung unter Zuhilfenahme von zwei, höchstens vier Mann überwinden, während das theoretische Gleichgewicht durch entsprechend anzuordnende Gegengewichte zu erzielen ist: die Brücke bleibt also jederzeit im Gleichgewichte, wenn die Arbeit am Bewegungsmechanismus aufhört. Da das Gewicht der Brücke, je nach dem Stadium des Auf-

ziehens, mit immer wechselndem Hebelsarme wirkt, ändert sich der Zug in den Aufzugketten fortwährend, es muss also auch das Gegengewicht sich stets ändern, oder das constante Gegengewicht an einem veränderlichen Hebelsarme wirken.

2. Der Bewegungsmechanismus soll compendiös, der feindlichen Einwirkung entzogen, und durch die Witterung (Nässe, Trockenheit) nicht beeinflusst sein.

3. Die Bewegung der Brücke soll rasch und sicher ausführbar, der Mechanismus leicht zu handhaben und nicht zu kostspielig sein.

Rücksichtlich des Bewegungsmechanismus haben sich im Laufe der Zeit verschiedene Systeme von Aufzugbrücken herausgebildet. Als Beispiele für die Hauptarten, wird auf die in den „Constructions-Details", Maschinisten-Arbeiten, Blatt Nr. 1 und 2, dargestellten Brücken hingewiesen.

Abwerfbare Brücken. Zuweilen begnügt man sich damit. die Unterbrechung der Communication, statt durch Einschaltung einer beweglichen Brücke, durch Abtragen eines Theiles der Standbrücke zu bewirken. Dieses Abtragen erfolgt zu einem Zeitpunkte, wenn bereits alle mittels Fuhrwerk in das Object zu schaffende schwere Lasten in dasselbe gelangt sind. wonach es sich also nur mehr um den Verkehr von Fußgängern handelt; indem sodann der Verkehr über die Unterbrechungsstelle durch einen einziehbaren leichten Steg ermöglicht wird, welcher nur im Bedarfsfalle auszulegen ist, bleibt die Communication für gewöhnlich unterbrochen.

Auch dadurch ist eine Communications-Unterbrechung zu bewirken, dass nur der Pfostenbelag einer Brücke abgetragen wird. Eine Annäherung an das Thor ist dann wohl noch auf den Brückenträgern möglich, aber immerhin schwierig, namentlich wenn nach Entfernung des Belages auf jeden Brückenträger ein mit scharfer Kante versehener Balken aufgelegt und befestigt wird. Für den eigenen Verkehr lässt sich ein Steg leicht herstellen.

Rampen, zur Fortbringung von Geschützen durch eingespannte Pferde, sind $^1/_{12}$, höchstens $^1/_8$, geneigt. Sehr häufig wird man zur Anlage noch steilerer Rampen gezwungen, über welche jedoch die Geschütze durch Mannschaft transportiert werden; sie erhalten dann meist die 6-fache Höhe zur Anlage. Kurze, gerade Rampen für die Benützung durch leichte Geschütze können bis 1 : 4 geneigt sein.

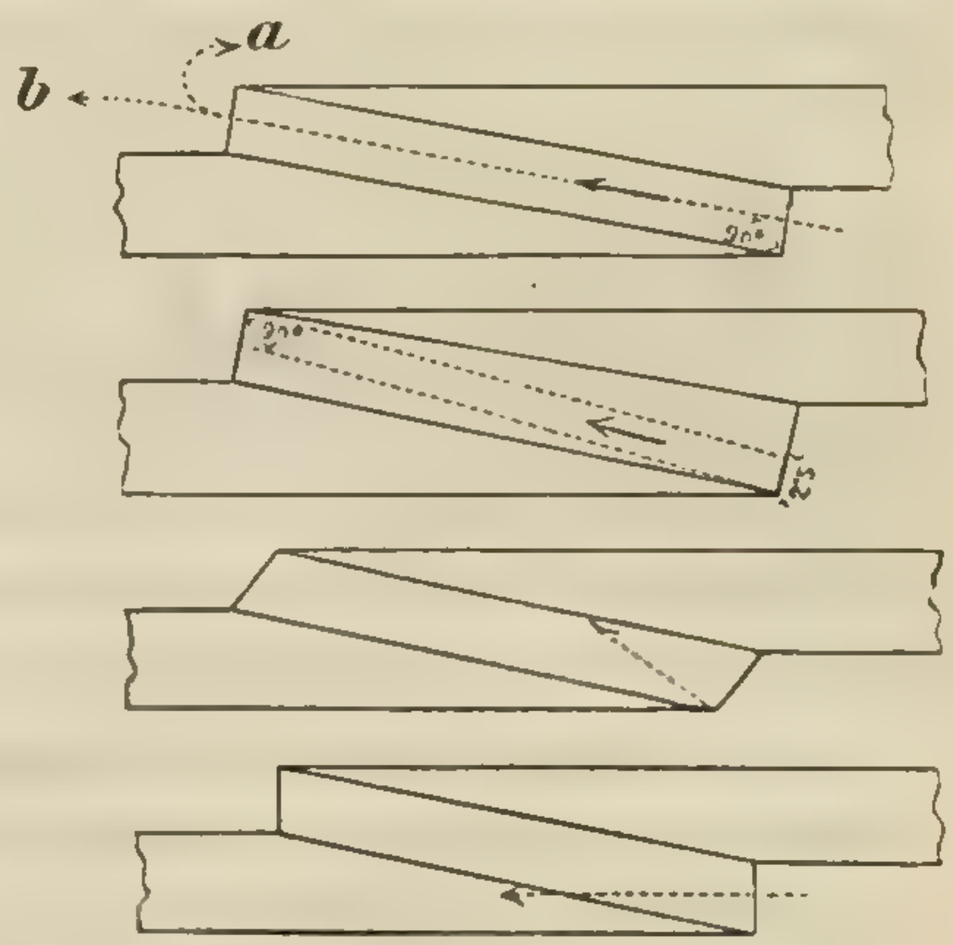
Reicht der zur Verfügung stehende Raum auch für diese Anlage nicht aus, so wird auf die Verwendung von Winden (Seil- oder Kettenwinden) gegriffen; solche Rampen kann man dann selbst unter 1 : 2

anlegen, doch ist Vorsorge zu treffen, dass die Winden entsprechend (eventuell in einem Traversenunterstande) aufgestellt und verankert werden können. Für den Transport sehr steil aufwärts (etwa 1 : 1) sind auch Gleitbahnen aus Holz oder Eisen anwendbar.

Rampen, über welche schwere Transporte mittels Feldeisenbahn führen, sind nicht steiler als 1 : 10 zu halten.

Hauptrampen bekommen 3*m*, besser 4*m* Breite. Ihre Oberfläche soll durch eine Schotterlage befestigt und gegen das Einschneiden der Räder bei feuchtem Wetter versichert werden; für den Wasserablauf führt man zuweilen in ihrer Längenmitte gepflasterte Rigols.

Selbstverständlich darf die Anlage der Rampen die Breite der durchgehenden Communication nicht beeinträchtigen. Ferner ist die Rampe stets so zu gestalten, dass die Horizontalen der Rampenebene senkrecht zur Auffahrtrichtung stehen, weil sonst der Transport von Fuhrwerken sehr erschwert wird; dies bedingt im Grundriss rechteckige oder trapezförmige Rampen; bei letzteren muss sich aber noch ein Rechteck von mindestens 2·5*m* horizontaler Schmalseite einschreiben lassen. Unzulässig sind insbesondere Rampen, deren Grundriss ein schiefes Parallelogramm bildet, da auf ihnen das Fuhrwerk bei horizontaler Achslage entweder gegen die Wallböschung oder gegen die Rampenböschung zufährt.



In den nebenstehenden Skizzen wurde vorausgesetzt, dass die Rampe sich an die Böschung anschließt, diese Lage hat das Missliche, dass die etwa gegen *a* erforderliche Wendung auf der Communication schwierig ausführbar ist. Hier empfiehlt es sich, zwei Gruppen derartiger Rampen anzulegen: eine Gruppe für den Verkehr in der Richtung *b*, eine zweite für den Verkehr nach der Richtung *a*. Die Rampenrichtung kann aber auch senkrecht gestellt werden, wobei dann nach beiden Seiten eine 90°ige Wendung erforderlich wird.

Fußgängerrampen für geringere Höhen sollen nicht steiler als 1 : 2, solche für größere Höhen jedenfalls sanfter gehalten werden; ist dies unthunlich, so sind Stufen vorzuziehen.

Stiegen sind entweder Freitreppen oder gedeckte Stiegen; in Werken dienen jedoch erstere meist nur für den Verkehr im Frieden.

Die Breite der Freitreppen hängt von ihrer Frequenz ab. Es wird eine Breite von 1·5 bis 2·00*m*, zuweilen selbst 2·50*m*, angewendet.

Freitreppen können auch mit Rampenanlagen in Verbindung gesetzt werden, indem sogenannte Gleissteine, in entsprechenden Abständen, die Stufen ihrer Längenrichtung nach unterbrechen. Die Oberflächen der Gleissteine liegen meist in der Ebene der Stufenkanten, oder etwas höher; der Abstand der Gleissteine ist mit ihrer Breite so zu combinieren, dass die Anlage den Gleisweiten der auf ihnen zu transportierenden verschiedenen Geschützgattungen entspricht. Die Beförderung der Geschütze geschieht mittels Winden, die am Wallgange verankert sind. Ein Beispiel einer Freitreppe mit Gleissteinen findet sich in den „Constructions-Details“, Maurer- und Steinmetz-Arbeiten, Abschnitt 3, Blatt 10.

Die Stufenhöhen werden mit 16 bis 25*cm* angenommen, je nach dem zur Verfügung stehenden Raume und der Bestimmung der Stiege; unter 25*cm* Breite der Stufen sollte nicht gegangen werden. Als vollkommen entsprechend erweisen sich Stufen von 18*cm* Höhe und 28*cm* Breite.

Die freien Seiten der Stiegen werden mit Geländern aus Schmiedeisen versichert.

Allzulange Stiegenarme sind zu vermeiden, und sind in entsprechenden Abständen Ruheplätze (Podeste) einzuschalten.

Zuweilen werden in den Unterständen leiterartige Stiegen zu unteren Räumlichkeiten angelegt; solche sind am besten in Eisen auszuführen und erhalten eine Breite von mindestens 0·55*m*.

Poternen vermitteln die gedeckte Communication zu den Grabenvertheidigungs-Anlagen, zwischen einzelnen Theilen einer Befestigungsanlage, von den Unterkünften in das Innere der Werke etc.

Die Breite der Poternen hängt von der Art des zu vermittelnden Verkehres ab. Sollen durch dieselben Geschütze als Fuhrwerke transportiert werden, so ist eine Breite von 2·20 bis 2·50*m* erforderlich; hingegen können Poternen zu Grabenvertheidigungs-Anlagen selbst mit nur 1·00 bis 1·20*m* Breite ausgeführt werden, indem hier der Transport der Geschütze in zerlegtem Zustande erfolgt, während für den Verkehr der wenigen Fußgänger (Bedienungsmannschaft etc.) die angegebene Breite vollauf genügt. Poternen, durch welche zu gewissen Zeiten ganze Abtheilungen mit möglichster Beschleunigung vorbrechen sollen, z. B. um, Feuerlinien zu besetzen, müssen dementsprechend 3*m*, und selbst darüber

bereit gehalten werden, namentlich dann, wenn sie zugleich als Aufstellungsorte der betreffenden Bereitschaftsabtheilungen dienen sollen.

Die Höhe der Poternen für Fuhrwerke (Geschütze) beträgt im Gewölbschlusse mindestens 2·50*m*; Fußgängerpoternen mit flachen Bögen sollen im Gewölbeanlaufe mindestens 1·70*m* hoch sein.

Der Fall der Poternensohle soll bei Fuhrwerk-Poternen in der Regel $^1/_8$ bis $^1/_9$ nicht überschreiten; kurze Poterntheile höchstens bis zu $^1/_6$. Fußgängerpoternen kann man bis zu $^1/_3$ Fall geben, wenn sie nur für einzelne Leute (Kofferbesatzung) bestimmt sind; Poternen für Massenverkehr müssen jedoch sanfter geneigte Sohlen erhalten; wäre dies infolge der Niveauverhältnisse unmöglich, so werden Stufen angewendet.

Zu Grabenvertheidigungs-Anlagen führende Poternen lassen sich, wenn durch selbe die Geschütze im zerlegten Zustande transportiert werden, ohneweiters auch als Stiegen ausbilden. Für den Geschütztransport werden provisorische, hölzerne Gleitbahnen errichtet, auch werden zum Anhängen von Flaschenzügen Ringe in die Mauer versetzt. Sind solche Transporte auch etwas beschwerlicher, als bei breiten und sanften Poternen, so bleibt doch zu berücksichtigen, dass selbe nur sehr selten erfolgen, während durch Vereinfachung der Poternenanlage sehr bedeutend an Baukosten gespart werden kann.

Poternen zu Grabenvertheidigungs-Anlagen erhalten meist unmittelbar vor dem eigentlichen Zugange in die letzteren, eine Absperrung; eventuell werden Mauer-Coulissen zu Verrammlungen ausgespart.

Räumlich von einander vollständig getrennte Theile einer Befestigung werden oft ebenfalls durch unterirdisch angelegte Poternen mit einander in Verbindung gesetzt; treten hiebei grosse Niveau-Unterschiede auf, so sind auch hier Stiegenanlagen unvermeidlich.

Geschütz- und Munitions-Aufzüge.

In den Werken können für den Transport der Geschütze nach höher gelegenen Aufstellungsräumen, besonders bei beengten Raumverhältnissen, Geschützaufzüge nothwendig werden.

Zur Anlage der Geschützaufzüge werden die Poterngewölbe, oder die Decken sonstiger geeigneter Zufahrten, mit einer Öffnung versehen; diese wird zumeist so breit gemacht wie der betreffende Raum, und so lang, dass die durchzuhebenden längsten Geschützrohre, bei horizontaler Rohraxe, die Aufzugöffnung in diagonaler Richtung passieren können. (So würde die stahlbronzene 15*cm* Belagerungs-Kanone M. 1880,

mit einer Rohrlänge von 3·60*m*, bei einer 2·50*m* breiten Poterne, eine mindestens 3·25*m* lange Aufzugöffnung erfordern.)

Münden die Geschützaufzüge nach oben frei aus, z. B. auf einen Wall, so heißen sie offene Aufzüge; hingegen gedeckte, bei der Ausmündung in entsprechend geschossicher überdeckte Räume. Erstere sind nur dann benützbar, wenn die Handhabung nicht durch Verticalfeuer behindert wird; überdies wird man sie für den Kriegsfall eindecken, ähnlich wie dies (Seite 66) für Lichtschächte angeführt wurde, zu welchem Zwecke schon beim Baue die Vorkehrungen für das Auflagern der Trag-Construction der Eindeckung zu treffen sind.

Soll der Geschütztransport unter allen Verhältnissen durchführbar sein, so werden gedeckte Geschützaufzüge angelegt.

Für das Aufziehen wird bei offenen Aufzügen oben ein Hebzeug aufgestellt. Sobald das Rohr oder die Lafette in der nothwendigen Höhe angelangt sind, wird die Aufzugöffnung provisorisch überdeckt, der gehobene Gegenstand auf die Überdeckung gelagert, und von da weiter befördert.

Gedeckte Geschützaufzüge münden oben in einen Traversen-Unterstand, oder in eine Casematte; an der Decke dieses Raumes wird dann ein kräftiger Ring zum Einhängen der Aufzugrolle oder des Flaschenzuges versetzt. Die Überhöhung dieser Aufhängevorrichtung beträgt etwa 2·50*m*, um bei gehobener Last noch Raum für den Flaschenzug zu haben und unter der Last die Eindeckung der Aufzugöffnung vornehmen zu können. Statt der Flaschenzüge kommen auch Winden, und bei bedeutenden Lasten, selbst hydraulische Aufzüge zur Anwendung.

In den „Constructions-Details“, Maschinistenarbeiten, sind dargestellt: Blatt 6, Fig. 5*a* und *b* ein offener Geschützaufzug, u. zw. die obere Ausmündung mit aufgestelltem Hebzeug; Blatt 7, ein gedeckter Geschützaufzug, mit einer Winde als Aufzugvorrichtung.

Die Ausmittlung und Berechnung derartiger Anlagen erfolgt den jeweiligen Verhältnissen entsprechend nach den Lehren des Maschinenbaues.

Munitions-Aufzüge dienen zur Förderung der Munition von den Vorräumen, oder Gängen, der Munitions-Ausgabsmagazine in die Handmagazine, beziehungsweise zur Verbrauchsstelle, d. i. unmittelbar zu den Geschützen.

Die Geschosse werden in Verschlägen, oder ohne eine solche Verwahrung, gefördert; die Patronen entweder in Verschlägen, auch in Pulverfässern verpackt, oder ohne Verpackung. Bei der Detailanordnung der Aufzüge ist darauf Bedacht zu nehmen, dass in den Aufzugkörben

die normierten Packgefäße, bezw. die Geschosse und Patronen, in der festgesetzten Zahl genügend Raum finden.

Die Dimensionen und Gewichte der Fässer und Verschläge sind später unter „Kriegs-, Pulver- und Munitions-Magazine“, Beilage 2, angegeben; in besonderen Fällen sind die entsprechenden Daten zu erheben.

Nach der Construction sind einfache und doppelte Munitionsaufzüge zu unterscheiden: je nachdem der Aufzug einen, oder zwei Förderkörbe besitzt.

Bei einem doppelten Aufzuge wird mit der Hinabbewegung eines leeren Korbes gleichzeitig ein voller Korb heraufgefördert, wobei die Gewichte der leeren Körbe sich gegenseitig ausbalancieren und nur die wirkliche Nutzlast zu heben ist. Derartige Aufzüge können, gegenüber einfachen Aufzügen, in derselben Zeit nahezu das Doppelte leisten: sie sind demnach ökonomischer und werden immer angewendet, wenn nicht der Mangel an Raum zur Anlage der einfachen Aufzüge zwingt.

Der Aufzug kann entweder in der Mitte eines Raumes, also freistehend, oder an einer Seitenwand anliegend, oder endlich in einer Nische angeordnet sein; in den meisten Fällen empfiehlt sich letztere Anordnung.

Beispiele siehe in den „Constructions-Details“, Maschinistenarbeiten Blatt Nr. 5 und 6, dann in der beiliegenden Tafel II. Tafel II. Fig. 11, 12 u. 13.

Die Zahl der Munitions-Aufzüge soll so bemessen sein, dass auf höchstens vier Geschütze ein doppelter Munitions-Aufzug kommt; dessen Leistungsfähigkeit hat sich nach dem Maximum des Munitionverbrauches der an ihn gewiesenen Geschütze in einer bestimmten Zeit zu richten; hierbei ist jedoch durch einen entsprechenden Zuschlag — abhängig von der Anzahl der vorhandenen Aufzüge — auch auf eine etwaige Betriebsstörung bei dem einen oder dem anderen Aufzuge Rücksicht zu nehmen.

Die maschinelle Anlage wird gewöhnlich derart bestimmt, dass die Förderung durch ein bis zwei Mann mittels Handantrieb, bei normaler Leistung, bewirkt werden kann. So kann z. B. für einen Mann an der Kurbel, die Kraftäußerung von $8kg$, bei einer Geschwindigkeit von $0{\cdot}75m$ pro Secunde: also ein Effect von $6smkg$, gerechnet werden.

Wäre beispielsweise bei einem doppelten Munitions-Aufzuge die in einem Korbe auf einmal zu fördernde Last:

4 bis 5 Stück Verschläge mit (je 2) $15cm$ Shrapnels M. 1880, à $86kg$, d. i. 344 bis $430kg$; 2 bis 1 Patronen-Verschläge (zu je 6 Patronen à $7{\cdot}8kg$) à $60kg$, d. i. 120 bis $60kg$; also zusammen 464

bis 490*kg*, oder rund 500*kg*. Darnach werden die Dimensionen der Aufzugkörbe bestimmt.

Die Förderhöhe sei 7·00*m*.

Somit ist die Arbeit für einen Hub, ohne Berücksichtigung der Reibungswiderstände, $7 \times 500 = 3.500 kgm$. Diese Arbeit kann also durch einen Mann in $3.500 : 6 = 584$ Secunden, oder rund in 10 Minuten, und durch zwei Mann in 5 Minuten bewirkt werden; hiezu kommen noch die Zeiten für das Auf- und Abladen, und für Überwindung der Reibungswiderstände.

Damit die oben erwähnte Leistung ausführbar wird, muss die Anlage ein entsprechendes Übersetzungsverhältnis aufweisen, welches sich, wieder ohne Berücksichtigung der Reibungswiderstände, nach dem Verhältnis der Last zur Kraft berechnet mit $500 : 8 = 62{\cdot}5$ bezw. $500 : 16 = 31{\cdot}25$, je nachdem die Förderung durch einen oder zwei Mann geschehen soll.

Die Reibungswiderstände können beiläufig mit 10% bis 20% der Last angenommen werden, deren Überwindung auch durch Steigerung der Kraftleistung eines Mannes von 8*kg* bis auf das noch zulässige Maß von 10*kg* erzielt werden kann.

Auf Grund eines ähnlichen Überschlages wird nach den gegebenen Verhältnissen die allgemeine Disposition der Munitions-Aufzüge bestimmt; deren detaillierte Projectierung und Ausführung wird dann in der Regel einer Special-Firma übertragen.

Künstliche Beleuchtung.

1. Allgemeines.

Die künstliche Beleuchtung dient in fortificatorischen Werken nicht nur zur Innen- und Grabenbeleuchtung, sondern in neuerer Zeit mit Vortheil auch zur Vorfeldbeleuchtung.

Hinsichtlich der letzteren kann man zwei Methoden der Beleuchtung unterscheiden:

a) jene, wo der Leuchtkörper eine mehr oder weniger andauernde allseitige Beleuchtung bewirkt, und

b) solche, bei denen die Lichtquelle mit Hilfe eines Reflexionsmittels, dem Projections-Apparate, eine in einer bestimmten Richtung fallende Beleuchtung hervorbringt.

Für die unter *a*) genannte Methode dienen — an Stelle der früher in der Artillerie gebräuchlichen Leuchtballen, Leuchtraketen etc. — die Feuerwehrfackeln, Petroleumfackeln, Leuchtkugeln u. s. w.

Praktische Anwendung finden gegenwärtig die Stritzl'schen Feuerwehrfackeln, bestehend aus einem 1*m* langen Zinkrohr, welches mit einem Gemenge von Barytsalpeter, Magnesium und Schellak gefüllt wird. Diese im Vorfelde (Glacis) oder auf der Brustwehrkrone aufgestellten Fackeln können mit gewöhnlichen Zündmitteln, oder mit Hilfe einer Momentanzündung, gezündet werden. Die Tragweite beträgt etwa 200 bis 250*m* im Umkreise.

Dotys Petroleumfackel, aus einem Petroleumgefäße bestehend, mit einer Pumpe und zweckentsprechendem Brenner versehen, lässt sich bei Anwendung eines Reflexions-Schirmes ebenfalls als ein auf der Brustwehr eines Werkes anzuordnendes Vorfeldbeleuchtungsmittel verwenden. Tragweite etwa 70*m* im Umkreise.

Die Well'schen Petroleumfackeln können eventuell zur Grabenbeleuchtung, dann für Arbeitsplätze u. dgl. verwendet werden.

Leuchtkugeln, von Toccacelli und anderen, werden aus eigenen Pistolen geschossen und gestatten das Vorfeld örtlich auf einige Secunden zu erhellen. Tragweite 200 bis 250*m*. Sie können von der Werkbesatzung beim Nahangriffe (Aufhellung der Sturmstellung) verwendet werden.

Handelt es sich um eine intensive Beleuchtung in einer bestimmten Richtung und auf eine größere Entfernung, so gelangt die unter *b*) angeführte Methode, u. zw. meist als elektrische Vorfeldbeleuchtung, zur Anwendung. Diese wurde in neuerer Zeit immer mehr ausgebildet, und hat die Einführung verschiedener Apparattypen veranlasst.

2. Elektrische Beleuchtung und Apparate für dieselbe.

A. Vorfeldbeleuchtung.

Die elektrischen Beleuchtungs-Apparate haben in erster Linie den Zweck, die Umgebung von Werken einer Land- oder Küstenbefestigung, behufs Aufhellung von Angriffsarbeiten oder Angriffsbewegungen, unter Licht zu nehmen. Sie können jedoch in zweiter Linie auch zur Innen- und Grabenbeleuchtung, sowie zum Antriebe von Elektro-Ventilatoren, dann zur Bethätigung von Aufzügen, endlich zu Signalzwecken verwendet werden.

Es gibt im allgemeinen stabile und mobile (fahrbare) elektrische Beleuchtungs-Apparate. Für Küsten- und Gebirgs-Befestigungen wendet man meist erstere, für Manövrierplätze letztere an.

Die Leistungsfähigkeit der verschiedenen Apparate wird nach der ihnen zufallenden Aufgabe bemessen. Im allgemeinen wird bei großen Zielen die Tragweite für Küsten-Beleuchtungs-Apparate bis zu 6.000*m*,

für Gebirgs-Beleuchtungs-Apparate von 800 bis zu 2.000*m*, und für Apparate in Lagerfestungen bis zu 4.000*m* reichen[1]).

Die Küsten- und Festungs-Beleuchtungs-Apparate besitzen in der Regel Dampfmotoren, während die Gebirgs-Beleuchtungs-Apparate auch andere Motoren, z. B. Benzinmotoren, haben können.

Die Apparate bestehen im allgemeinen aus folgenden Theilen:

a) dem maschinellen und elektrischen Theile, sammt hiezu gehörigen Hilfsapparaten,

b) dem photo-elektrischen Theile und

c) den Hilfsmitteln für die Beobachtung.

Zu *a*) Der maschinelle und elektrische Theil ist bei den stabilen Apparaten in eigens hiefür gewidmeten Casematten — Kesselraum und Maschinenraum benannt — untergebracht.

Der Kesselraum enthält den Dampfkessel und die Speisevorrichtungen für denselben; im Maschinenraume befinden sich die Dampfmaschine oder der sonstige Motor, dann die Dynamomaschine und das Schaltbrett mit den Hilfsapparaten.

Das Wasser für den Dampfkessel wird mittels Hand- oder Dampfpumpen entweder aus einer in der Regel unter dem Kesselraume liegenden Cisterne, oder bei Vorhandensein eines Brunnens aus diesem, bezw. aus einem Überlaufgefäße, gewonnen.

Sind Benzinmotoren in Anwendung, so ist neben dem Maschinenraume noch ein Locale für das Betriebs-Benzin und den Benzin-Vergaser nothwendig.

An Flächenraum für die Theile eines stabilen elektrischen Vorfeld-Beleuchtungs-Apparates werden, bei Voraussetzung einer Casemattenhöhe von 3·50*m* (bis Gewölbschluss), benöthigt: Kesselraum eines Beleuchtungs-Apparates größten Typs etwa 20m^2 (5*m* lang, 4*m* breit). Maschinenraum etwa 28m^2 (7*m* lang, 4*m* breit). Materialdepot etwa 4m^2.

Für einen elektrischen Beleuchtungs-Apparat mit einem Benzinmotor sind nothwendig: Maschinenraum etwa 21 bis 24m^2 (7*m* lang, 3 bis 3·5*m* breit). Benzindepot etwa 5m^2.

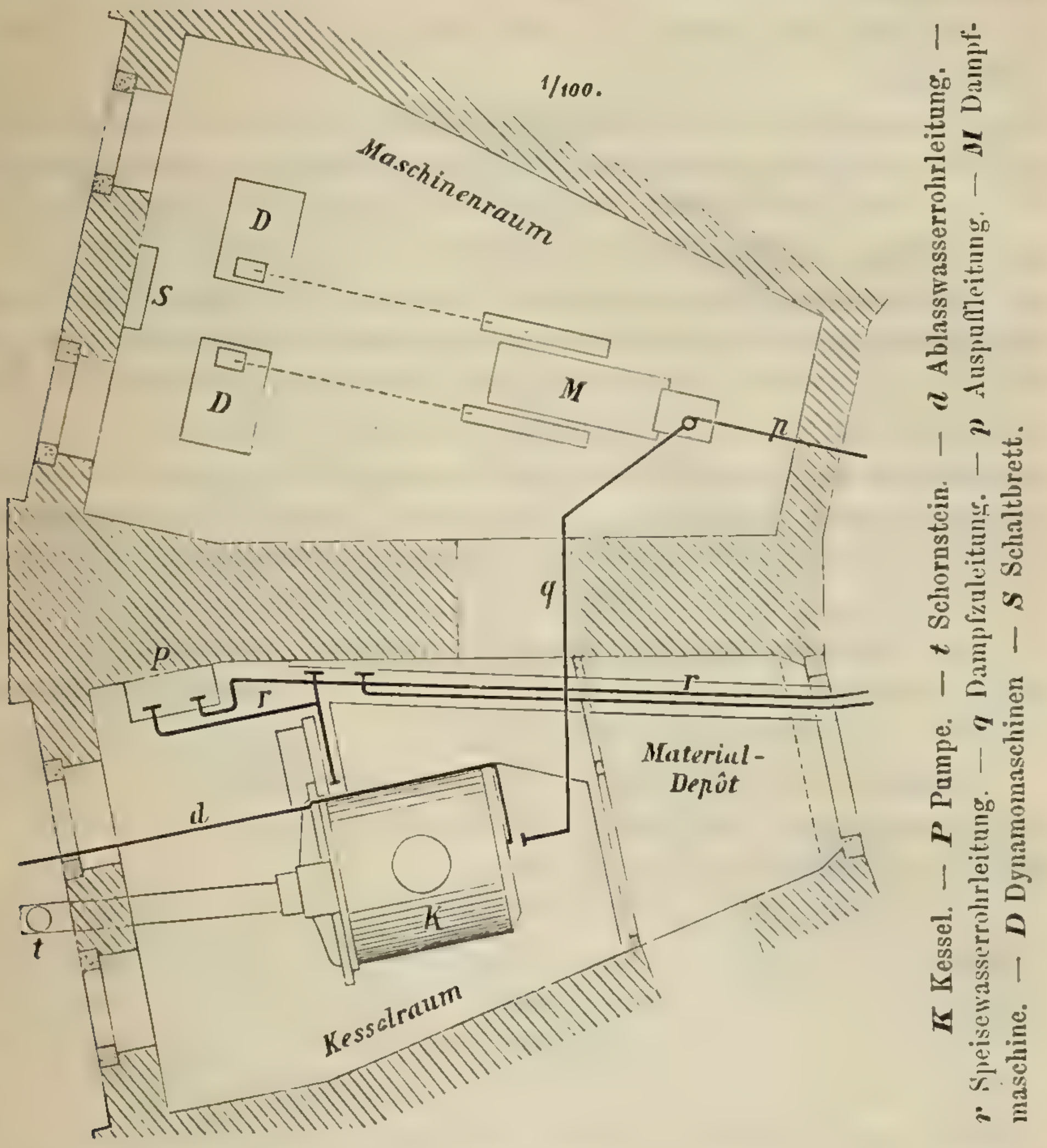
Die Kessel- und Maschinenräume sind durch Dampf-Zu- und Abfuhrsrohre in Verbindung; der Abdampf und das Ablasswasser werden durch entsprechende Rohrleitungen ins Freie geführt.

Dort, wo Maschinen- und Kesselraum keine directe Communication besitzen, ist eine Sprachrohrverbindung einzuschalten.

---

[1]) Die angegebenen Daten beziehen sich auf günstige atmosphärische Verhältnisse. Bei schlechtem Wetter, Nebel etc. sinkt die optische Leistungsfähigkeit wesentlich herab.

Anliegende Figur zeigt beispielsweise die Grundrissanordnung der maschinellen Anlage eines Küsten-Beleuchtungs-Apparates.



K Kessel. — *P* Pumpe. — *t* Schornstein. — *d* Ablasswasserrohrleitung. — *r* Speisewasserrohrleitung. — *q* Dampfzuleitung. — *p* Auspuffleitung. — *M* Dampfmaschine. — *D* Dynamomaschinen — *S* Schaltbrett.

Bei den fahrbaren elektrischen Festungs-Beleuchtungs-Apparaten sind die unter *a*) bis *c*) genannten Haupttheile auf Fuhrwerken untergebracht, u. zw. gewöhnlich auf 1 Kessel-, 1 Maschinenwagen[1]), 2 Materialund 2 Projectorwagen.

Diese Wagen benöthigen einen Depotraum von etwa 15*m* Länge und 5*m* Breite, bei einer Höhe von 3*m*.

Um Reparaturen ausführen und das den Apparaten zugetheilte Werkzeugmaterial deponieren zu können, ist, sowohl bei den stabilen

[1]) Zweckmäßiger ist die bei manchen Apparaten übliche Unterbringung des ganzen maschinellen Complexes auf einem Wagen.

Küsten-Beleuchtungs-Apparaten, als auch bei den mobilen Apparaten, noch ein Werkstättenraum (zur Friedenszeit auch zugleich Schulungsraum) erforderlich.

In baulicher Hinsicht ist für die Installierung stabiler Apparate Nachfolgendes zu beachten:

Es empfiehlt sich, die Casemattenräume für die maschinelle Anlage gegen die Kehlseite, bezw. in das Kehl-Casemattencorps, dann möglichst nahe an die Wasserbeschaffungsstelle zu legen. Der Kesselraum soll mit letzterer, wo möglich unmittelbar (z. B. durch Anordnung über der Werk-Cisterne) in Verbindung gebracht werden können. Kessel- und Maschinenraum sind entsprechend geschossicher einzudecken[1]); um die Wirkung einer etwaigen Kessel-Explosion möglichst abzuschwächen, dann die Manipulation und Conservierung zu erleichtern, wird es sich bei Neuprojectierungen empfehlen, möglichst große Communicationen und Fensteröffnungen anzustreben. Wenn auch diese Öffnungen während einer Beschießung zumeist verrammelt werden müssen, so bleibt doch für die übrige Zeit der erwähnte günstige Umstand aufrecht.

Um lange Rohrfahrten zu vermeiden, sollen Kessel- und Maschinen-Raum nebeneinander liegen. Das Materialdepot ist gleichfalls in nächster Nähe des Kesselraumes anzuordnen.

Dampfkessel und Dampfmaschinen werden auf eigene, gemauerte Massenfundamente (Sandstein-, Granit-, Ziegelmauerwerk in Cement) gesetzt und entsprechend verankert.

Die Dimensionen für die Massenfundamente der Kessel, Dampfmaschinen, Benzinmotoren und deren Kühlgefäße, ebenso wie die Anordnungen für die Führung und Anlage der Rohrfahrten, bestimmt stets die betreffende, mit der Ausführung der maschinellen Anlage betraute Maschinenfabrik; an dieselbe ist sich nach Auswahl der Räume hinsichtlich der örtlichen Anordnung der maschinellen Theile, dann Ausarbeitung der Fundamentspläne etc. zu wenden, wozu eine unmittelbare Inaugenscheinnahme nöthig werden kann. Dort, wo Kessel, Dampfmaschinen etc. unmittelbar auf Gewölben aufruhen sollen, ist die Festigkeit derselben auf Grund der Gewichts- und Dimensions-Angaben der Firma zu rechnen; doch ist hiefür die vermehrte Inanspruchnahme durch die beim maschinellen Betriebe auftretenden Erschütterungen zu beachten.

[1]) Diese Eindeckung erscheint nach den „Gesetzen und Vorschriften über Dampfkessel“ (österreichisches Gesetz Abschnitt VII. C, §. 67) unzulässig; aus fortificatorischen Gründen ist sie jedoch nothwendig. Diesbezüglich ist daher mit den betreffenden amtlichen Organen vor dem Einbaue der Kessel das Einvernehmen durch Anzeige zu pflegen.

Als diesfälliger Anhaltspunkt wird beispielsweise angegeben, dass sich das für die Anlage nach der vorstehenden Figur als Unterlage verwendete steinerne Cisterngewölbe von 0·30*m* Dicke, für die Aufstellung einer 25pferdigen Dampfmaschine, bezw. des zugehörigen Dampfkessels, als tragfähig erwiesen hat.

(Der Auflagedruck beim Maschinenfundamente soll für Ziegelmauerwerk mit Cementmörtel höchstens 5*kg*, bei Betonmauerwerk höchstens 10*kg* pro cm^2 betragen.)

Die eventuell in den Boden zu legenden Rohrfahrten (wie Auspuff-, Ablass-, Pumpenrohre etc.) werden am zweckmäßigsten in Canälen von entsprechendem Querschnitt geführt, die nach oben mit durchlochtem Bleche zu überdecken sind.

Die bei den stabilen Apparaten vorkommenden eisernen Schornsteine, welche durch die oberen Casematten-Geschosse, oder oft durch den Deckwall, geführt werden müssen, sind, wenn thunlich, sowohl in den Cassematten, als auch im Deckwalle durch entsprechend eingerichtete Aufsätze zu verwahren.

Im Deckwalle sind die Schornsteine, um eine lästige, der Zugförderung schädliche Abkühlung hintanzuhalten, mit schlechten Wärmeleitern (Aschenkästen etc.) zu umkleiden. Das obere Schornsteinende ist gegen Regenschlag gut zu schützen. Das gleiche gilt auch für die ins Freie ausmündenden Auspuffrohre der Maschinen und Motoren.

Benzin-Depots sind ebenfalls nicht zu weit vom Maschinenraume zu legen. Sie müssen bei der leichten Entzündbarkeit des Benzin und dessen leichter Verflüchtung, gute Ventilation (Ventilationsschlote) besitzen. Die Ventilations-Öffnungen sind mit feinmaschigem Drahtgitter zu versehen. Zur (möglichst zu vermeidenden) künstlichen Beleuchtung der Benzin-Depots sind Davy'sche Sicherheitslampen zu verwenden.

Zu *b*) Den photo-elektrischen Theil bildet der Reflector (Projector oder Scheinwerfer, ein Hohlspiegel von 0·60 bis 0·90*m* Durchmesser) und die elektrische Bogenlichtlampe. Für letztere sind verschiedene Systeme in Anwendung.

In der Regel wird dieser Theil der Beleuchtungsanlage im Betriebe außerhalb der Werke aufzustellen sein, da er sonst das Feuer des Gegners auf das Werk zieht; zu diesem Zwecke werden eigene Projectoren-Stände seitlich der Werke angelegt und mit diesen durch Communicationen in Verbindung gesetzt.

Bei Gebirgsbefestigungen und isolierten Werken ist, mit Rücksicht auf die Terrainverhältnisse und auf die Sicherheit, die Aufstellung dieser Apparate im Werke zumeist unausweichlich. In diesem Falle ist sowohl eine freie Aufstellung auf dem Deckwalle — wie bei nicht ein-

gesehenen Werken und bei günstiger örtlicher Anordnung im Werke —, als auch eine solche in gepanzerten Projectorständen möglich.

Die z. B. bei den Maas-Befestigungen angewendete belgische Type (*phare cuirassé*) besteht aus einem Verschwindungsthürmchen mit hydraulicher Aufzugvorrichtung und ist zur Aufnahme des Projectors und des Bedienungsmannes eingerichtet. Der Thurm ist maschinell, oder von Hand aus, heb- und senkbar, kann durch Handbetrieb um seine Verticalaxe gedreht werden, und enthält mehrere, für die Beobachtung bestimmte Einrichtungen (Visierschlitz mit Diopter, Fernrohr, Drehscala) [1]).

Um den Projector der mobilen Apparate, welcher gewöhnlich auf einem Projectorwagen (analog den Scheinwerfern der Küsten-Beleuchtungs-Apparate), fortgebracht wird, namentlich in wenig erhöhtem Terrain, eine höhere Stellung geben zu können, verwendet man (beispielsweise deutscherseits) auch ausziehbare, transportable Scheinwerfer-Thürme (etwa 10*m* hoch).

Die Lichtkabel-Verbindung des Projectorstandes mit dem Maschinenstande geschieht entweder durch eine offene, freie Leitung (mobile Apparate), oder durch theilweise bedeckte, oder unterirdisch verlegte Leitungen (stabile Apparate). Die unterirdisch geführten Lichtkabel werden an den dem directen Schusse ausgesetzten Stellen 1·5 bis 4*m*, sonst 0·30 bis 0·50*m* tief, verlegt.

Zur Deponierung der Projectoren bei den stabilen Apparaten sind eigene Projectoren-Depots gewidmet, welche entweder zur Verwendung im Frieden, oder im Kriege bestimmt sind. Die letzteren — Kriegs-Projectoren-Depots — liegen entweder im Fortgraben, oder es sind hiefür entsprechende Casemattenräume (oder Unterkunftsbauten am Deckwall, z. B. bei den Gebirgs-Apparaten) auszuwählen. Sie sind so zu situieren, dass sie möglichst entfernt von Aborten, Senkgruben etc. liegen, damit der Belag des Projections-Spiegels durch Fäulnisgase nicht beschädigt werde. Friedens-Projectoren-Depots legt man bei den Küsten-Beleuchtungs-Apparaten, zur Schonung der Spiegel gegen Feuchtigkeit, landeinwärts, an trockenen luftigen Orten an.

Der für Projectoren-Depots nothwendige Raum ist für zwei, am Wagen befindliche, 90*cm* Projectoren: 7·5*m* lang, 6·80*m* breit, 2·90*m* hoch.

---

[1]) Zum Schutze der Projectoren sind auch noch andere Maßnahmen: Schutzdecken, Schutzwälle, Verschwindungswagen etc. in Ausführung gekommen.

Für einen 60*cm*, mit Wagen: 3·50*m* lang, 2·00*m* breit und 2·4*m* hoch; ohne Wagen: 1·5*m* lang, 1·00*m* breit und 1·8*m* hoch.

Die Thüröffnungen sind entsprechend der Höhe zu wählen.

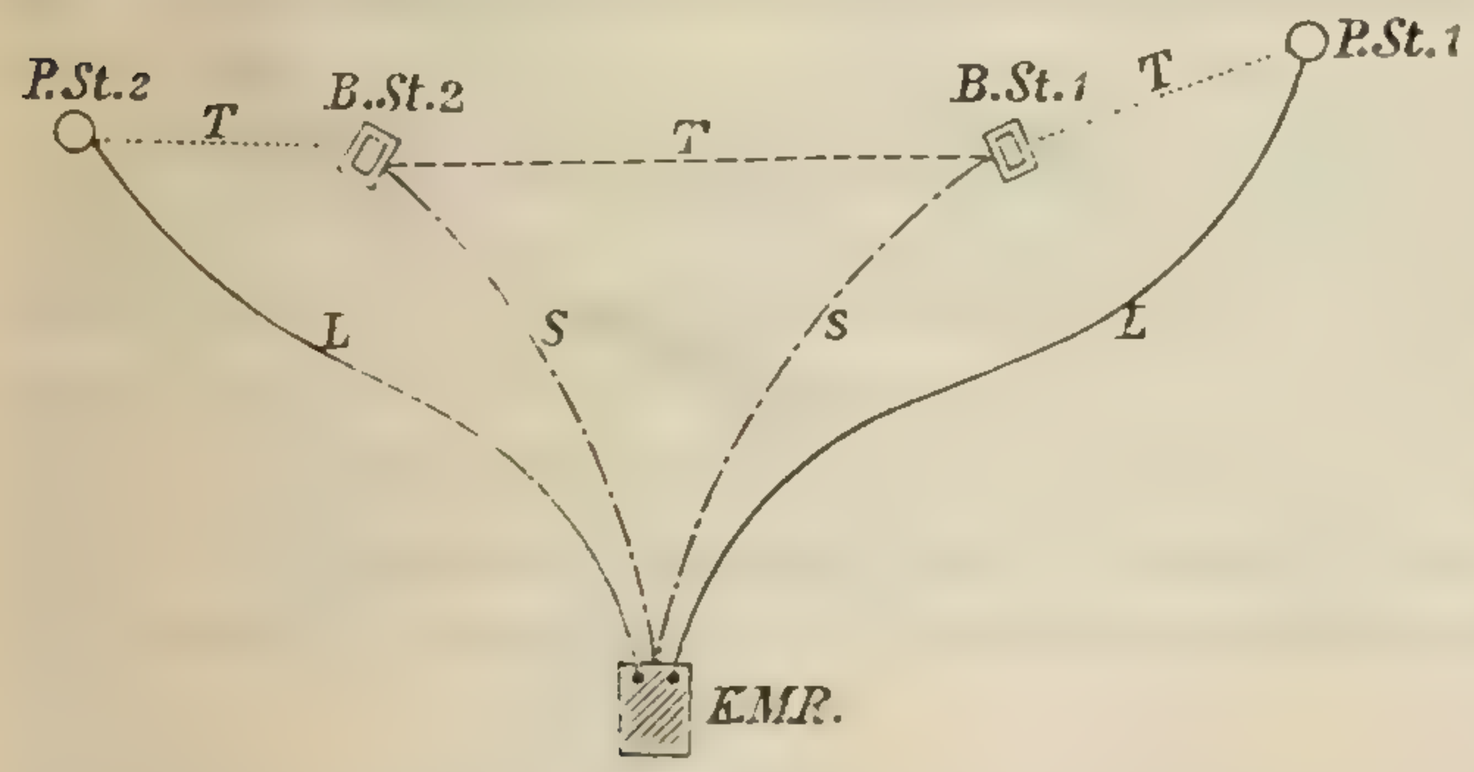
Kriegs-Projectoren-Depots sollen ebenfalls möglichst luftig und gut ventilierbar sein.

Zu *c*) Die Beobachtung der vom Projector belichteten Terrainzone geschieht in der Regel aus einem vom Projector entfernten Beobachtungsstande. Bei stabilen Anlagen fallen diese mit den in den Werken für die Schussbeobachtung errichteten Ständen zusammen und werden sodann mit Beobachtungsmitteln, eventuell auch mit Rundpanoramen, ausgestattet. Bei mobilen Apparaten sind sie, je nach den örtlichen Verhältnissen, verschieden weit vom Projector entfernt (max. 200 bis 300*m*) anzulegen.

Als Hilfsmittel für die Beobachtung dienen hiebei Binocles und gute, lichtstarke Fernrohre (mittlere, oder solche II. Classe). Zur Verständigung des Beobachtungsstandes mit dem Projectorstande — behufs Dirigierung des Lichtstrahles —, dienen Telephone, Sprachrohrleitungen, oder Signalpfeifchen. Zur Verständigung mit dem Maschinenraume werden, bei stabilen Anlagen, meist elektrische Läutewerke, eventuell Telephone angewendet.

Als Beobachtungsstände für die elektrische Beleuchtung können schließlich noch die im Festungsangriffe etwa zur Aufstellung gelangenden permanenten, oder mobilen Observatorien mit Vortheil verwendet werden.

Die Gruppierung der vorgeschilderten drei Theile einer stabilen elektrischen Vorfeldbeleuchtung zeigt folgendes Beispiel.



K. M. R. Kessel- und Maschinenraum.
P. St. Projectorstand.
B. St. Beobachtungsstand.
L Licht-, ***T*** Telephon-, ***S*** Läutewerks-Leitungen.

Dieses Schema vereinfacht sich bei Annahme nur eines Beobachtungsstandes.

B. Innenbeleuchtung.

Die elektrische Innenbeleuchtung lässt sich als Glühlicht-Beleuchtung zweckmäßig mit der Vorfeldbeleuchtung verbinden. Dies erfolgt entweder im directen Betriebe, d. h. die Glühlichter werden durch den vom Motor gelieferten Strom, bei gleichzeitiger Zuschaltung zum Vorfeld-Bogenlichte, von derselben Elektricitätsquelle gespeist; oder aber sie erhalten ihre besondere Speisung, unabhängig von der Vorfeldbeleuchtung, durch Accumulatoren; im letzteren Falle wird nebst dem Maschinenraume noch ein eigener Accumulatorenraum erforderlich.

Die elektrische Glühlicht-Beleuchtung bildet nicht nur einen wichtigen sanitären Vortheil, namentlich für kleine und gedrängt belegte Werke, sondern eignet sich sehr gut zur Beleuchtung von Munitions- und Geschützräumen, Communicationen u. s. f.

Derartige Innenbeleuchtungen werden sich in fortificatorischen Objecten meist nur auf eine geringe Anzahl Lampen — etwa 20 bis 30 Stück — beschränken, indem bei dem gleichzeitigen Betriebe von Bogen- und Glühlicht, die Vermehrung der Lampen eine nicht erwünschte Erhöhung der motorischen Leistung nach sich ziehen würde (dadurch vermehrter Brennmaterial-Verbrauch, vergrößerte Depots etc.).

Hinsichtlich der Anzahl und Vertheilung der Lampen entscheidet der jeweilig vorliegende Fall. Nach Erfahrungen kann man für eine Mannschafts-, Geschütz-, dann Munitions-Casematte je eine 5kerzige (65voltige)[1]) Glühlampe rechnen. Zur Beleuchtung der Communicationen (Gänge, Stiegen etc.) dann der Aborte u. s. f., genügt ein eben solches 5kerziges Glühlicht. Bei Nothwendigkeit erhöhter Helligkeit in einzelnen Räumen kann man 10- oder 16kerzige (65voltige) Glühlampen wählen.

Zur Verstärkung der Lichtintensität sind überdies alle für die Innenbeleuchtung bestimmten Glühlampen mit Reflexions-Schirmen (aus Papier, oder Blech etc.) zu versehen; jene für Munitionsräume, oder die zur Manipulation bestimmten Glühlampen, erhalten luftdichte Abschlüsse, bezw. eigene Schutzvorrichtungen.

Die Ausstattung der Hängevorrichtungen (Penden) für die Glühlampen soll einfach sein; am zweckmäßigsten ist es, die Lampe gegen die Erschütterung beim Schusse, oder bei eventuellem Bombenschlage unmittelbar an die in Spiralform gewundenen Leitungsdrähte aufzuhängen. In den Communicationen können die Glühlampen an Wandarmen montiert werden.

---

[1]) 65voltige Glühlampen aus dem Grunde, da die Maschinenspannung der für das Vorfeld-Bogenlicht in ersterer Linie bestimmten Dynamomaschine meist 65 bis 70 Volt beträgt.

Sollen mehrere Räume (z. B. 2 bis 3 Munitions-Magazine) durch eine einzige mobile Lampe erhellt werden können, so sind transportable Lampen mit Steck-Contacten und entsprechend langen, biegsamen Zuleitungskabeln zu verwenden.

Die elektrischen Leitungen für die Innenbeleuchtung sind am zweckmäßigstens als offene isolierte Leitungen über Porzellanrollen oder Porzellanknöpfe etc. im Inneren des Werkes zu führen; dies geschieht der Übersichtlichkeit wegen, indem hiedurch bei eintretenden Störungen das Aufsuchen der Fehler wesentlich unterstützt wird. Dort, wo Leitungen nicht so hoch geführt werden können, dass deren Berührung durch die Hand eines aufrecht stehenden Mannes ausgeschlossen ist, sind sie besser in hölzernen Nuthenleisten verdeckt zu führen. In feuchten Räumen sollen Bleileitungen, unter der Erde, nur armierte (mit Eisenbandschutz versehene) Leitungen verwendet werden.

Die Projectsarbeiten für eine elektrische Innenbeleuchtung beschränken sich für den Bauleiter auf die Herstellung eines „Beleuchtungsplanes“, mit Angabe der zu beleuchtenden Räume, Art und Anzahl der Lampen, etwa besonders gewünschter Constructionen etc. Auf Grund dieses Beleuchtungsplanes wird sodann der „Installationsplan“ und Kostenvoranschlag von der elektrotechnischen Firma verfasst.

Die baulichen Arbeiten beschränken sich meist auf Vorkehrungen für die Leitungs-Montage: also auf die Herstellung kleinerer Erdaushebungen bei unterirdischen Leitungen, von Mauerdurchbrüchen, Ausstemmen von Löchern für Unterlags- und Befestigungsklötzchen, dann kleinerer Herstellungen für die Glühlampen-Montage u. s. f.

C. Elektrische Grabenbeleuchtung.

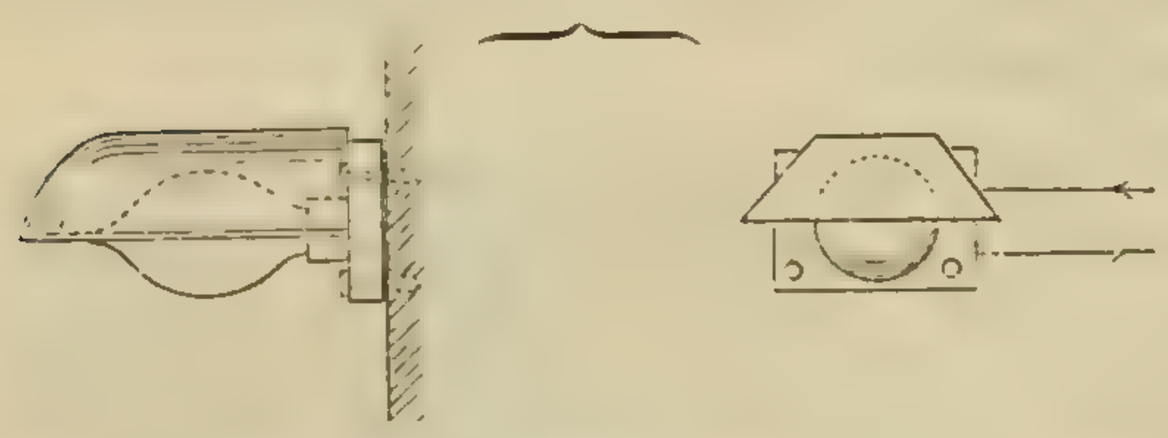
Die elektrische Grabenbeleuchtung lässt sich ebenfalls zweckmäßig mit einer vorhandenen Vorfeldbeleuchtung verbinden. Für dieselbe kann entweder ein kleines reflectiertes Bogenlicht, oder besser Glühlicht verwendet werden.

Bei der Grabenbeleuchtung durch Glühlicht kommt es weniger auf eine möglichst kräftige Erhellung des Grabens an, als auf die Anordnung einer Lichtquelle, welche es ermöglicht, die den Graben betretende Personen zwischen die Lichtquelle und den Beobachter in der Flankierungsanlage zu bringen, wodurch eine kräftige Silhouettierung und ein genügend deutliches Erkennen sich erzielen lässt. Bei langen Grabenlinien muss man mehrere Glühlichter anwenden: für kurze Linien

genügt eines. Bei Capitalkoffern wären 1 bis 2 Glühlampen an die Escarpe-Seite zu setzen.

Als Glühlampentype haben sich 10-, bezw. 16kerzige (65voltige) bewährt. Ihre örtliche Vertheilung und Wirkung ist durch einen Versuch zu ermitteln.

Sie können in der Form von Decklampen etc. derart an die Schulterpunkte der Facen, Flanken und der Kehle gesetzt werden, dass sie die einspringenden Ecken möglichst kräftig beleuchten ; man montiert sie so hoch (unter den Cordon), dass sich einerseits eine volle Beleuchtung der Grabenbreite an der betreffenden Stelle ergibt, anderseits, dass sie von einem Manne, selbst mit hoch erhobenem Gewehre, nicht erreicht und vernichtet werden können, ferner durch die Grabenbestreichung nicht leiden.



Ihr entsprechend zu formender Reflexionsschirm soll die Glühlampe nicht nur gegen Sicht vom Glacis-kamme, sondern auch gegen Regenschlag schützen. Die Glühlampen - Ausschalter sind am Beobachtungsorte (also an der Innenwand der Grabenflankierungs-Anlage, Koffer etc.) zu montieren.

Die Bethätigung der Grabenbeleuchtung erfolgt durch einfache Handhabung des Schalthebels im Koffer, u. zw. zeitweilig; für die Aufhellung und Orientierung genügt oft ein kurzandauerndes Aufblitzen der Lampe.

Elektrische Ventilatoren.

Vorrichtungen zur Ventilation von Räumen, welche in der Praxis aus einem Schrauben- oder Centrifugal-Ventilator in Verbindung mit einem elektrischen Motor bestehen, können gleichfalls an eine in einem Werke bestehende Vorfeld- oder Innenbeleuchtung angeschaltet werden. Da sie einfach, leicht, mobil — und die Schraubenventilatoren auch von großer Saugwirkung — sind, kann man sie zur Ventilation von Mannschafts-, Geschütz- und Munitions-Casematten, Stiegenhäusern, Gängen etc. mit Vortheil verwenden.

Die Schraubenventilatoren sind bei entsprechend großem Querschnitte nicht nur saugend, sondern auch drückend zu verwenden.

Die Figuren 11 auf Tafel IV zeigen zwei Typen [1]), wie sie die Firma Siemens & Halske erzeugt, wobei *V* der Ventilator, *M* der Motor (eine

Tafel IV. Fig. 11.

[1]) Fig. 11*a*, 11*b* stellt eine zweilagerige, neuere Construction, größerer Type dar; Fig. 11*c* eine einlagerige, ältere Construction, kleinerer Type.

kleine Dynamomaschine) darstellt. *Z* sind die Zuführungsleitungen für den elektrischen Strom.

Ihrer Größe nach gibt es verschiedene Typen, die in nebenstehender Tabelle angeführt sind.

Elektro-Ventilatoren von Siemens & Halske.

Type	Erforderliche Kraft	Tourenzahl pro Minute	Mittlere Leistung eines Centrifugal-Ventilators	Mittlere Leistung eines Schrauben-Ventilators
k_1	0·1 HP	2500	9m^3 Luft pro Minute	30m^3 Luft pro Minute
k_2	0·2 „	2200	18 „ „ „ „	60 „ „ „ „
k_3	0·5 „	1800	40 „ „ „ „	150 „ „ „ „
k_4	1·0 „	1500	60 „ „ „ „	300 „ „ „ „

Grundbedingung für die normale Leistungsfähigkeit der Elektro-Schraubenventilatoren ist, dass die Ventilations-Öffnung (Ansauge-, sowie Ausblase-Öffnung) gleichen Querschnitt, wie die Saugöffnung des Ventilators haben muss; sonst arbeitet der Ventilator mit Gegendruck und fällt in seiner Leistung ab.

Betreffs der Montage ist zu bemerken, dass z. B. für Mannschafts-Casematten, die Type k_1, leicht und einfach am Fensterkreuz, statt eines oberen Fensterflügels, befestigt werden kann. In Geschütz-Casematten empfiehlt es sich, entweder für jede Casematte einen Ventilator, Type k_1, im Scheitel des Gewölbes anzubringen, oder aber einen einzigen größeren Ventilator, z. B. Type k_2 oder k_3, in dem Communicationsgange hinter den Geschütz-Casematten in einer Scharten- oder sonstigen entsprechend großen Öffnung zu montieren. Letzteres erscheint umso zweckmäßiger, als bei offenen Casematten und äußerem Gegenwind, sowohl der beim Öffnen des Verschlusses aus dem Geschützrohre, als auch der bei der Scharte einströmende Rauch, meist mehr gegen die Thüröffnung der Casematte und damit gegen den Communicationsgaug, als gegen die Decke gedrückt wird.

Die Zuleitungen für die Elektro-Ventilatoren können mittels einfacher Klemmenverbindungen directe an die zunächst des Ventilatorortes führenden Glühlichtleitungen angeschlossen werden. Die Ausschalter sind am Ventilator-Orte entsprechend zu montieren.

Die Bedienung der Ventilatoren ist einfach und umfasst nur eine einmalige richtige Bürsteneinstellung und zeitweilige Beaufsichtigung der Schmiervorrichtung.

Soll der Ventilator drückend wirken, so ist er derart zu montieren, dass der Elektromotor gegen den Ansaugschlot zu stehen kommt.

Telephone und Telegraphen.

Die Apparate für den Fernsprechdienst zerfallen in zwei Arten:

a) die Telephone (Magneto-Telephone);

b) die Mikrophone.

Erstere sind — bei guter Construction — für Entfernungen bis zu 10*km* verwendbar: sie werden jedoch meist als Hör-Instrumente gebraucht, während als eigentliche Sprechstellen die als Sprechmittel besseren, in der Conservierung aber empfindlicheren Mikrophone benützt werden.

Ein Mikrophon in Verbindung mit einem oder zwei (Magneto-) Hörtelephonen, bildet eine „Mikrophon-Station“: während eine aus 2 bis 3 Magnetotelephonen (1 oder 2 Hör- und 1 Sprechtelephon) zusammengesetzte Sprechstelle, kurzweg „Telephonstation“ heißt.

Um zwischen zwei Fernsprechstellen die Eröffnung der mündlichen Correspondenz herstellen zu können, ist der vorherige Austausch von Anruf-Signalen nothwendig. Letztere können entweder aus Aufruftrompetchen, Pfeifchen, dann aus galvanischen Läutewerken mit Anruftasten, oder aber aus Magneto-elektrischen Rotations-Inductoren mit Inductions-Läutewerken bestehen. Die Inductoren wirken auf größere Entfernung als die galvanischen Läutewerke und ihr Betrieb wird über 1*km* Entfernung ökonomischer. Als verwendbare, im Inlande zu beschaffende Typen sind zu bezeichnen:

zu *a*) für Sprech- und Hörtelephone die sehr guten Präcisionstelephone der Firma Siemens & Halske, oder von Deckert & Homolka, u. zw. in stehender oder löffelförmiger Anordnung mit Ruftrompete;

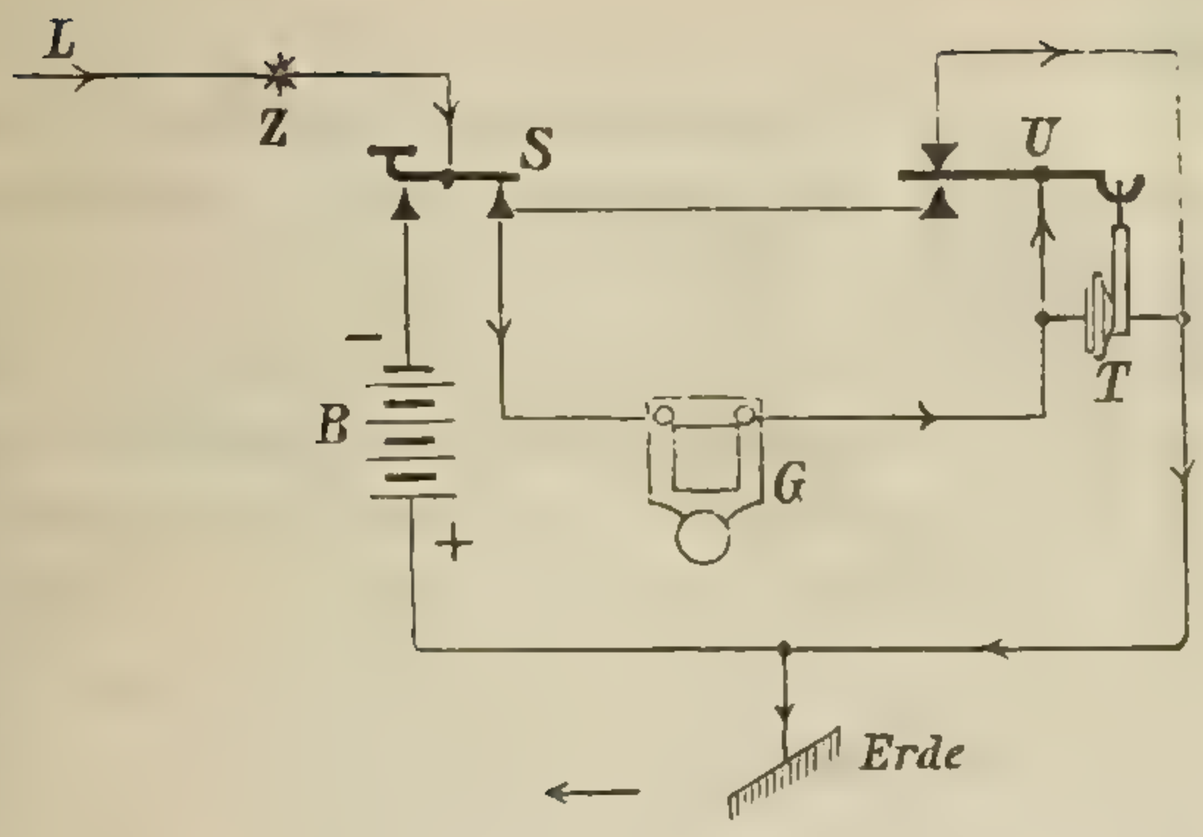
zu *b*) die Mikrophonstationen Typ Berliner mit Inductionsstrombetrieb, dann die verschiedenen Ader'schen Modificationen.

Hinsichtlich der Vertheilung der Stationen ist der Umstand zu beachten, ob nur zwei oder aber mehrere Stationen mit einander zu verkehren haben. Bei zwei Stationen sind beide Sprechstellen als „Endstationen“ auszubilden, während, wenn eine Station mit zwei oder mehr Stationen zu correspondieren hat, sie die Schaltung als „Mittelstation“ erhält. In diesem Falle wird die Mikro- oder Telephon-Station mit entsprechenden Umschaltvorrichtungen versehen.

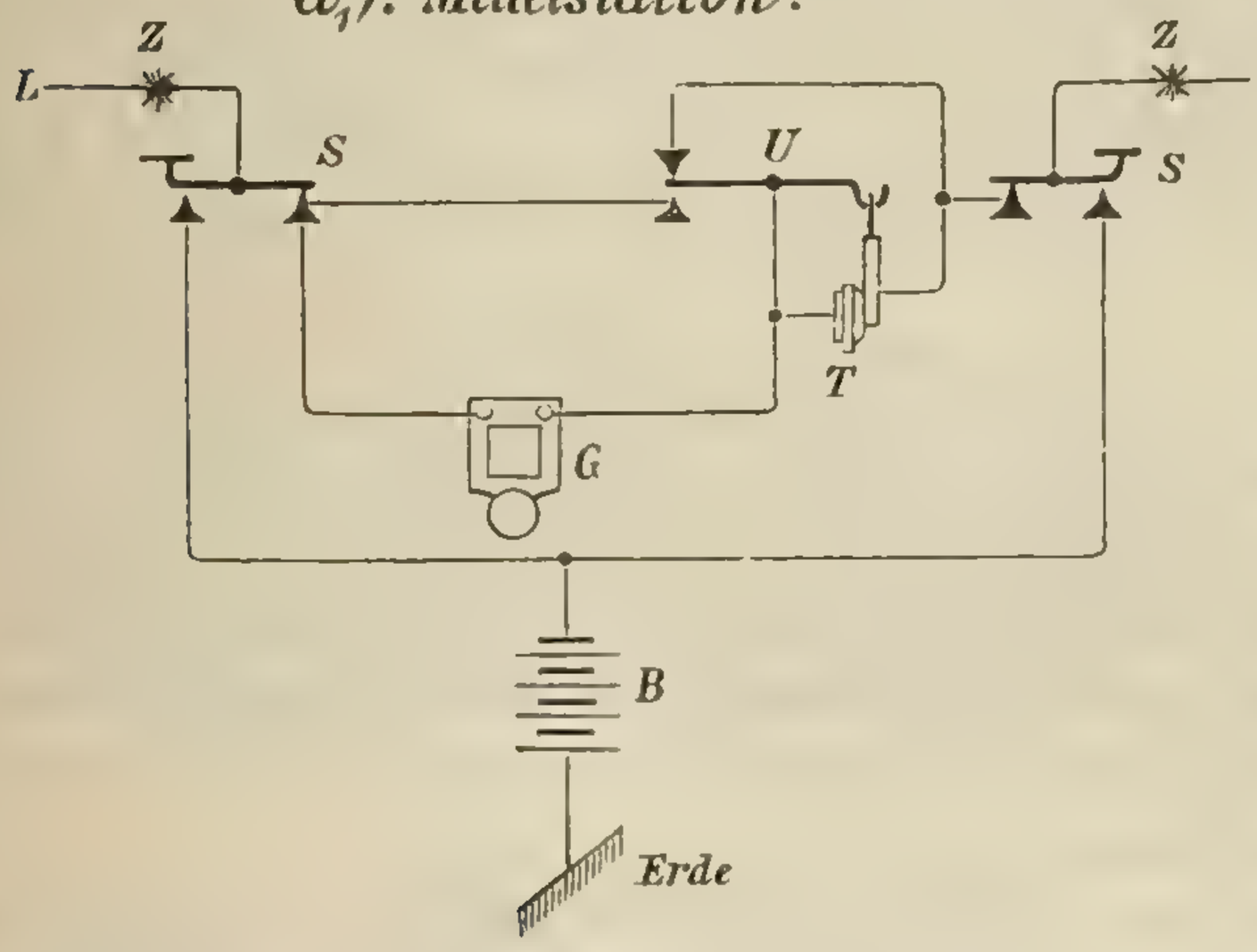
Das allgemeine Schema einer Telephon-, bezw. Mikrophonstation, zeigt, unter Voraussetzung einer einfachen Erdleitung, Fig. *a*, a_1, und Fig. *b*. Fig. *a*, a_1, hat Läutwerkbetrieb, Fig. *b* Inductionsstrombetrieb.

Telephonstationen.

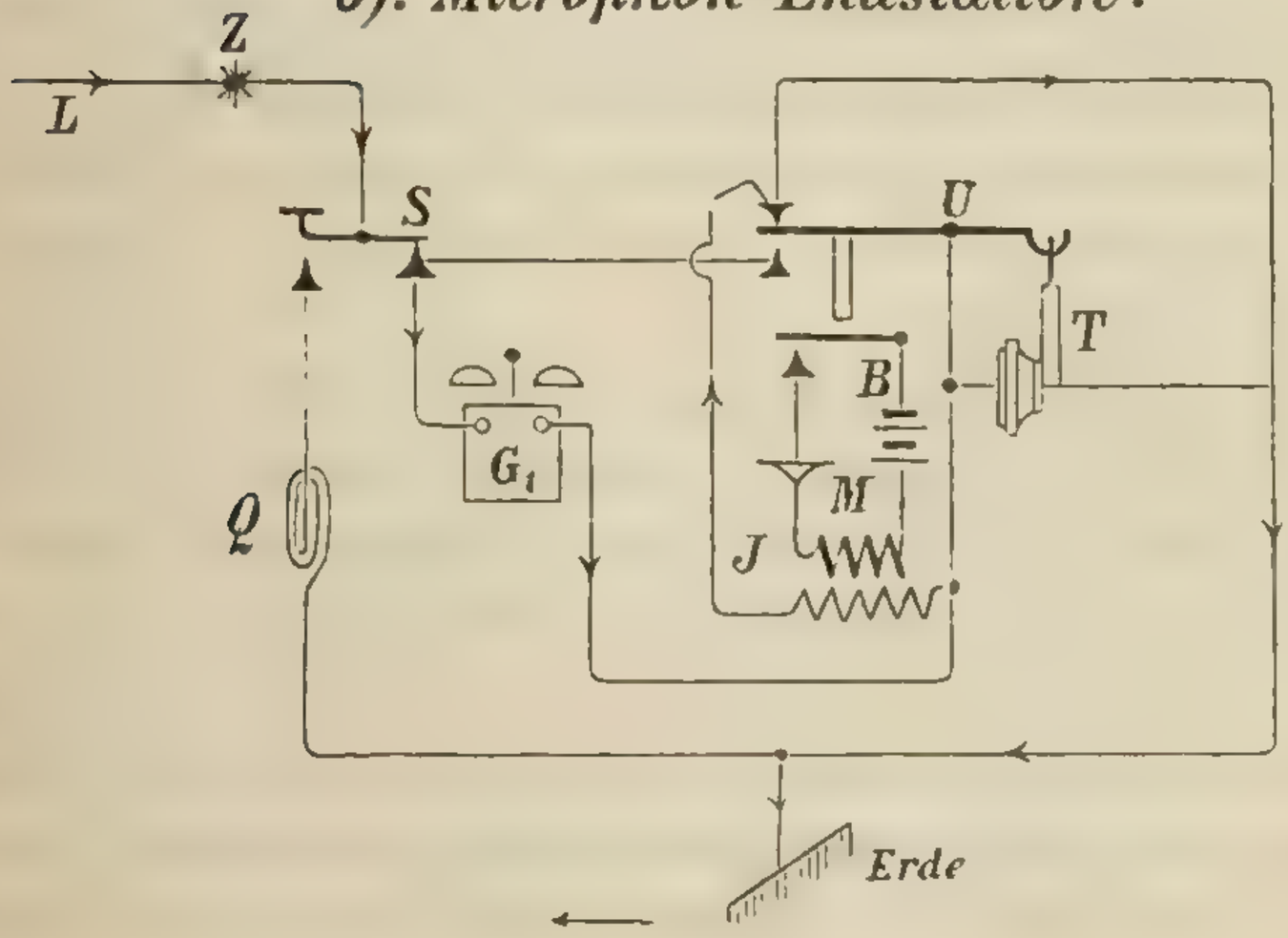
a). Endstation.



a_1). Mittelstation.



b). Microphon-Endstation.



Z Magneto-Telephon (Fig. *a*). — *a* Mikrophon (Fig. *b*). — *G* galvanisches Läutewerk. — G_1 Wechselstrom-Läutewerk. — *M* Mikrophon (Fig. *b*). — *J* Inductorium. — *B* Batterie. — *U* Umschalter der Station. — *Z* Blitzschutzvorrichtung. — *Q* Rotations-Inductor. — *S* Taster. — *T* Mikrotelephon (Fig. *a*).

Wendet man nur Telephonstationen an, so kann man sie am einfachsten hintereinander schalten (doch nicht mehr als zehn in einen längeren Leitungskreis, da der Widerstand zu groß und hiedurch die Deutlichkeit verringert wird); dann müssen eigene Aufrufsignale für jede Station, bezw. Sprachstelle, vereinbart werden. Will man vermeiden, dass eine einzige örtliche Störung die ganze Correspondenz behindert, so schaltet man am zweckmäßigsten die Telephone parallel.

Auf große Entfernungen, dann dort, wo Deutlichkeit unbedingt erforderlich ist, wendet man besser Mikrophonstationen an. Bei großen Geräuschen und Anwendung von Magnetotelephonen ist die Anwendung von Hörbügeln mit gutem Gehörabschluss unerlässlich.

Als Drahtleitungen werden verwendet: Für die Innenräume von Werken, je nach dem Maße der Feuchtigkeit, isolierter Draht (0·8*mm*) offen oder in Nuthleisten, dann Bleikabel; für die äußeren Leitungen blanker Silicium-Bronzedraht (0·8*mm*); für unterirdische Leitungen armierte Kabel. Die blanken Leitungen werden über Porzellan-Isolatoren (an Stangen etc. befestigt) geführt.

Man kann entweder nur einen Draht als Hin- und die Erde als Rückleitung benützen (billige, einfache Leitung), oder aber zwei isolierte Leitungen als Hin- und Rückleitung verwenden (inductionsfreie, Doppelleitung). Bei fortificatorischen Anlagen ist letztere Leitung empfehlenswerter, da selbst im Falle der Unterbrechung einer Leitung, die zweite sich noch immer zu einer Erdleitungscombination benützen lässt.

Hinsichtlich der Verwendung von Telephonen bei fortificatorischen Objecten ist zu bemerken:

Telephone und Mikrophone finden ihre Anwendung im Inneren fortificatorischer Objecte: Zur Herstellung der Verbindung zwischen den Beobachtungsständen und den Batterie-Commandanten; dann von ersteren zu den Projectorständen; zur Correspondenz in Panzerthürmen u.s.w. Sie werden aber außerdem zur Verbindung der einzelnen Werke einer Lagerfestung unter einander und mit dem Festungs-Commando verwendet. (Festungs-Telegraphen.)

Die Verbindung der Gürtelwerke mit den Vertheidigungsbezirks-Reserven geschieht meist mittels unterirdisch verlegter Kabelleitung; die Verbindung der Bezirksreserven zur Hauptreserve, bezw. dem Festungs-Commando, mittels offener (Luft-) Leitung.

Während die in den Gürtelwerken eingebauten Mikrophonstationen die Schaltung als Endstation besitzen, werden die Stationen der Bezirksreserven als Mittelstationen eingerichtet, u. zw. verschieden, je nach der Anzahl der zu verbindenden Endstationen. Beim Festungs-Commando

befindet sich sodann bei der Sprechstelle ein entsprechend construierter General-Umschalter. Im Kriege werden die Telephone durch Morsé-Linien ergänzt. (Feld-Telegraphenapparate.)

Für die Ausführung von Telephon-Anlagen sind als Anhaltspunkt für die installierende Firma, in einem Situationsplane die Sprechstellen dann die Leitungsführung im Hinblicke auf die Sicherung der Linientrace, einzuzeichnen, und die Art der Leitung zu präcisieren. Die baulichen Arbeiten beschränken sich auf die für die Leitungs-Montage nothwendigen kleineren Erdaushebungen und Maurerarbeiten.

Telephonlinien, welche der Sicht des Feindes nicht entzogen werden können, sollen unterirdisch geführt werden (1 bis 1·5*m* tief); jedoch empfiehlt es sich wegen der leichteren Herstellung, Reparatur und Fehlerauffindung, wo möglich immer oberirdische Linien zu bauen, zumal der dünne Daht kein Zielobject bietet und die Linienträger entsprechend weit von einander gesetzt werden können (bis 80*m*).

Telephonlinien, während der Angriffsperiode gebaut, werden stets als flüchtige Linien hergestellt.

Zur Aufsuchung von Fehlerquellen der Leitungen, sowie zur Untersuchung derselben werden eigene Apparate — sogenannte Leitungsprüfer — dann Widerstandsmess-Apparate etc. verwendet.

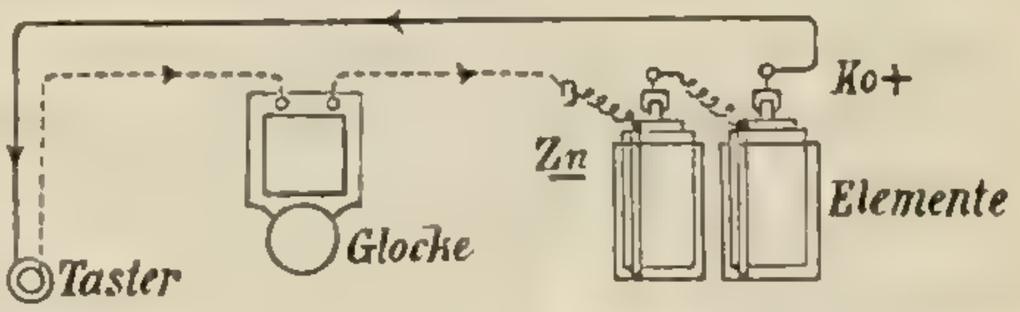
Bezüglich der Einrichtung und des Baues des Festungs-Telegraphen bestehen officielle Instructionen, auf welche verwiesen wird.

Elektrische Läutewerke.

Diese dienen zur Signalgebung. Sie bestehen in der einfachsten Form aus einem elektrischen Klingelwerke (Signalapparat mit Selbstunterbrechung) mit zugehöriger Leitung, einem oder mehreren Tastern und einer Batterie.

In fortificatorischen Objecten dürften meist nur Läutewerke mit einem einzigen Taster, Fig. *a*, oder aber zwei Läutewerke, miteinander wechselseitig correspondierend (Fig. *b*), angewendet werden. Die Schaltungen in beiden Fällen zeigen die Figuren.

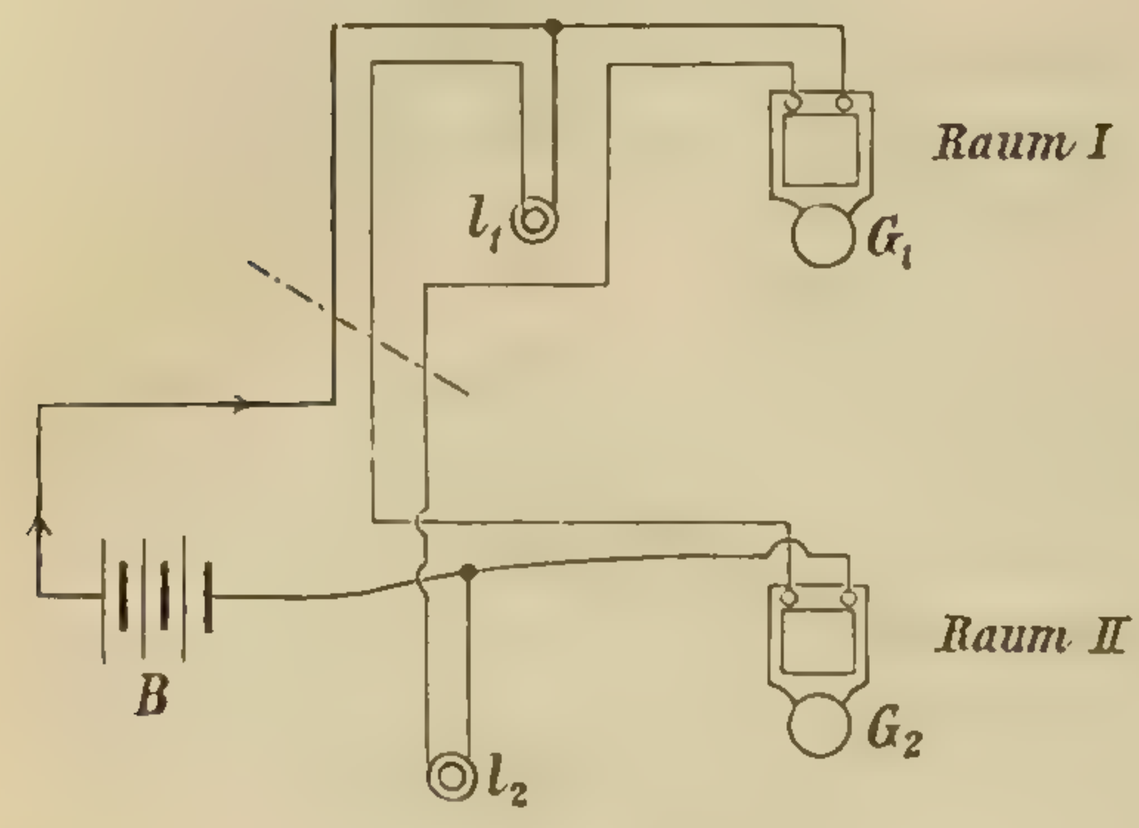
Fig. a.



Als Leitungsmaterial nimmt man bei Freileitungen (im Graben oder am Deckwall, wenn Deckung möglich) blanken 1*mm* Kupferdraht auf Isolatoren; für Innenräume entsprechend isolierte, oder bei feuchten

Räumen Bleikabel; für unterirdische Leitungen empfiehlt es sich, armierte Kabel anzuwenden.

Fig. b.



Die in Holzkästen zu verwahrenden Leclanché-Elemente (2, bezw. 3) sollen in trockenen, nicht zu warmen Räumen aufgestellt werden.

Sind mehrere Läutewerke zu einer Combination zusammenzufassen, so werden eigene Nummernzeiger (Indicateure) zugeschaltet. Letztere Ausführung ist am einfachsten einer entsprechenden Firma zu übertragen. In einem Grundrissplane sind sodann Läutewerke und Taster-Orte, behufs Anfertigung eines Installationsplanes, einzuzeichnen. Die baulichen Herstellungen beschränken sich auf kleine Erd- oder Mauerarbeiten für die Leitungs-Montage.

Sprachrohre.

Als Verständigungsmittel für kurze Entfernungen, bis zu 40*m* Länge, sind Sprachrohrleitungen sehr gut verwendbar; wenn wenig Winkeln in der Leitung vorkommen, können sie noch bis 80 (eventuell 100*m*) Länge ausgedehnt werden. Die Anlagekosten sind unbedeutend. Längere Leitungen sind, damit sie gut functionieren, und nicht durch Geräusche beeinflusst werden, einzumauern; hingegen können kürzere auch an den Wänden frei liegend geführt werden. Eine Sprachrohrleitung empfiehlt sich für die nachträgliche Einführung dort, wo nicht viel Maurerarbeiten (Durchbrechung von Mauerwänden etc.) nothwendig sind, und eine möglichste Geradführung der Leitung sich ergibt.

Für einfache Sprachrohrleitungen sind erforderlich: 2 Mundstücke (unter 40*m* kann man signalgebende verwenden); die zugehörige Länge an Rohren; 2 Mundstückwinkel; die nothwendigen Winkeln in der Leitung, dann die entsprechende Zahl Rohrhaken. Über 40*m* Entfernung muss man eine eigene Signalisierung durch elektrische Klingelwerke geben.

Als Leitungsmaterial empfehlen sich glatte Messing-, oder Weißblech-Rohre, von 25 bis 40*mm* Durchmesser.

V. Anordnung der verschiedenen Räume.

Die Räume in Befestigungen werden nach ihrer hauptsächlichsten Widmung eingetheilt, in:

A. Vertheidigungsräume,
B. Unterkünfte, und
C. Magazine.

Nach ihren Ausmaßen können sie als Casematten und Galerien bezeichnet werden, obwohl in dieser Beziehung eine strenge Unterscheidung kaum möglich ist. Doch pflegt man Räume, welche verhältnismäßig geringe Breiten-, aber bedeutende Längenausdehnung haben, gewöhnlich Galerien zu nennen.

A. Vertheidigungsräume.

Vertheidigungsräume sind:

1. Escarpe- und Contreescarpe-Casematten, bezw. Galerien,
2. Graben-Koffer,
3. Grabenflankierungs-Anlagen in der Contreescarpe (Escarpe), und
4. Casematten für Kampfgeschütze (Wall- und Traditoren-Casematten).

Hier werden die vorgenannten Anlagen, soweit bei denselben keine Panzer-Constructionen zur Anwendung kommen, der Reihe nach behandelt. Die bezüglichen Panzerconstructionen kommen im Abschnitte: „Panzer“, vor.

1. Escarpe- und Contreescarpe-Casematten, bezw. Galerien.

Diese sind meist Anlagen für die Graben-Vertheidigung; die Contreescarpe-Casematten und -Galerien können auch als Ausgang eines unter dem Glacis anzulegenden Minensystems dienen.

Im allgemeinen sollen Widerlager, bezw. die, die Decke tragenden Mauern der Zerstörung durch die Geschosswirkung möglichst entzogen werden; aus diesem Grunde werden an der Escarpe der Facen und Flanken nur sogenannte Perpendicular-Galerien oder Casematten angewendet, d. s. solche, bei denen die Gewölbstirnen dem Graben zugewendet sind; in Contreescarpen sind auch Parallel-Galerien, bei welchen die Gewölbaxen parallel zur Richtung der Contreescarpe-Mauer liegen, zulässig.

Mit Rücksicht auf die beschränkte Anwendung von Mauerverkleidungen der Escarpe (Escarpe-Revetierungen), werden auch hier die

erwähnten Einbauten selten, meist nur an der Kehle, vorkommen; in Verbindung mit Koffern dienen sie zur Flankierung der letzteren.

Escarpe-Casematten und Galerien erhalten Spannweiten bis zu 5·00*m* (ausnahmsweise bis 6·00*m*). Die einzelnen Räume werden durch Durchgänge in den gemeinschaftlichen Widerlagern mit einander in Verbindung gesetzt. Diese Durchgänge sind möglichst schmal (0·90*m*) zu machen und in der Nähe der erdseitigen Stirnwand anzulegen.
Tafel II. Fig. 14 u. 15. Fig. 14 auf Tafel II zeigt ein diesbezügliches Beispiel. Das in Fig. 15 dargestellte Profil ist jenes einer Escarpe-Casematte nach Brialmonts Vorschlag.

Die Ausmaße werden nach der Widmung der Räume bestimmt. Dienen sie bloß für die Vertheidigung mit Gewehren, so macht man sie etwa 1·5*m* tief; zur Aufstellung von Geschützen ermittelt man die Tiefe nach den erforderlichen Aufstellungsräumen; werden sie auch für den Belag benützt, so ist auf die Pritschenaufstellung Rücksicht zu nehmen.

Bezüglich der Anordnung von Contreescarpe-Casematten und Galerien gilt gleichfalls das Vorgesagte. Dienen dieselben ausschließlich Communicationszwecken, z. B. zur Verbindung der Grabenvertheidigungs-Anlagen untereinander, so genügt für sie eine Breite
Tafel II. Fig. 16 u. 17. von 1·20*m*. Die Figuren 16 und 17 zeigen Profile von Contreescarpe-Galerien; letztere ein Profil nach Brialmonts Vorschlag.

2. Grabenkoffer.

Grabenkoffer werden an der Escarpe, als Vorbauten im Graben zur Flankierung des letzteren, angelegt.

Aus dem schon mehrfach erwähnten Grunde (mangelhafte Deckung gegen Wurf), werden Grabenkoffer seltener zur Anwendung kommen, auch wird man zu ihrer Herstellung zumeist vom Eisen ausgedehnten Gebrauch machen.

Die Construction wird vornehmlich durch die für die Grabenbestreichung ausersehenen Waffen bestimmt. Hiefür können in Betracht kommen: Kanonen, Schnellfeuer- (Revolver-) Kanonen, Mitrailleusen und (Repetier-) Gewehre; letztere entweder in Gewehrlafetten, oder ohne diese. Zur Bestreichung einer Grabenlinie wird man wenigstens zwei Kanonen, oder zwei Schnellfeuer-Kanonen, oder zwei bis vier Mitrailleusen, oder vier bis acht Gewehre, diese womöglich in Gewehrlafetten, anwenden [1]).

---

[1]) Als Anhaltspunkt für den Vergleich dieser Mittel sei angeführt, dass z. B. während der Zeit von 3 Minuten, im gezielten Schnellfeuer abgegeben werden können: von einer Schnellfeuer-Kanone 30 bis 32 Kartätsch-Schüsse, mit zusammen

Die erforderlichen Aufstellungsräume, ausschließlich einer rückwärtigen, durchgehenden Communication (diese gewöhnlich 0·70 bis 1·20*m* breit), betragen:

für die 15*cm* leichte Granatkanone in der Casematte-Lafette, bei 17° Wendbarkeit, 2·80*m* Breite und 5·35*m* Tiefe;

für die 7·5*cm* Schnellfeuer-Kanone in der Minimalscharten-Lafette

bei 60° Wendbarkeit, 3·55*m* Breite
„ 30° „ 2·50*m* „ } 3·05*m* Tiefe;

für die Montigny- oder Maxim-Mitrailleuse im Bockgestell, 2·00*m* Breite und 2·00*m* Tiefe;

für die Skoda-Mitrailleuse, 1·30*m* Breite und 2·00*m* Tiefe;

für ein Gewehr in Gewehrlafette, 1·15*m* Breite und 0·80*m* Tiefe (von der inneren Mauerflucht an).

Für die Unterbringung von Munitions- (Patronen-) und Requisiten-Verschlägen in der Nähe der Feuerwaffe können im Mauerwerke Nischen, entsprechend den Ausmaßen der Verschläge, angeordnet werden. In ähnlicher Weise ist bei Mitrailleusen auch für Aufstellung der Gefäße mit Kühlwasser, eventuell auch einer kleinen Handpumpe, vorzusorgen.

Im Koffer erhält entweder jedes Geschütz eine eigene Abtheilung, oder es wird nur ein zusammenhängender Raum angeordnet; letzteres geschieht fast immer, wenn die Flankierung nur durch Mitrailleusen oder Gewehre erfolgt.

Decken und Seitenwände des Koffers werden mit Rücksicht auf die Geschosswirkung nach den Angaben des III. Theiles dieses Abschnittes construiert. Auch bezüglich der Schartenanordnung gilt das im vorhergehenden Theile bereits Gesagte, nur soll hier noch die Nothwendigkeit betont werden, die Graben-Geschütze womöglich in Minimalscharten-Lafetten zu lagern.

Dort wo Geschütze zur Grabenbestreichung verwendet werden, wird es zweckmäßig sein, soferne die räumlichen Verhältnisse dies gestatten, neben den Geschützscharten auch Gewehrscharten anzuordnen, welche zur Beobachtung und auch beim Erscheinen kleiner Ziele (einzelner Leute) benützt werden können.

---

etwa 2.200 Kartätschfüllkugeln; von einer Mitrailleuse 900 bis 1.000 Schuss; von einem Gewehre in der Gewehrlafette 180 bis 200 Schuss.

Zur Bedienung sind erforderlich: für jedes Geschütz 3 Mann; Mitrailleuse 2 bis 3 Mann; Gewehr in Gewehrlafette 2 Mann; hier auch noch weitere zwei Gewehre zum Auswechseln.

Rücksichtlich der Verlässlichkeit in der Functionierung gebürt dem Geschütze und dem Gewehre der Vorzug, während bei Mitrailleusen, wegen der Compliciertheit des Mechanismus, Störungen nie ausgeschlossen sind.

Zur Bestreichung der Kofferflanken werden oft Escarpe-Casematten angelegt. Der Kofferkopf wird in der Regel nur frontal, u. zw. mit Gewehrfeuer, vertheidigt werden können.

Zu jeder Kofferanlage gehört auch ein Hand-Munitionsmagazin, eventuell auch ein Abort.

Als Verbindung mit dem Werke genügt eine 1·20*m* breite Poterne, welche nöthigenfalls auch mit Stiegenstufen versehen werden kann.

Die Kofferflanken schließen mit der Richtung der zu bestreichenden Gräben Winkel von 90° bis 105° ein.

Bildet eine gemauerte Escarpe das sturmfreie Hindernis, so soll die äußere Kofferhöhe wenigstens 5·00*m* betragen und der Graben vor dem Koffer so breit sein, dass dessen Überbrückung an dieser Stelle nicht erleichtert ist; deshalb wird es fast immer nothwendig, die Contreescarpe zu brechen und um den Koffer herumzuführen.

Die Schartensohlen sollen, wenn der Mauer nicht unmittelbar Hindernisse vorliegen, 1·80*m* über der Grabensohle liegen, was nöthigenfalls durch Tieferlegen der Grabensohle vor den Kofferwänden zu erreichen ist. Hiebei sollen jedoch die bisher üblich gewesenen engen (3*m* breiten) Diamantgräben, wegen der in diesen erhöhten Wirkung von Brisanzgeschossen, vermieden, auch soll der Übergang von der tieferen zur höheren Grabensohle durch Einschaltung flacher Rampen bewirkt werden.

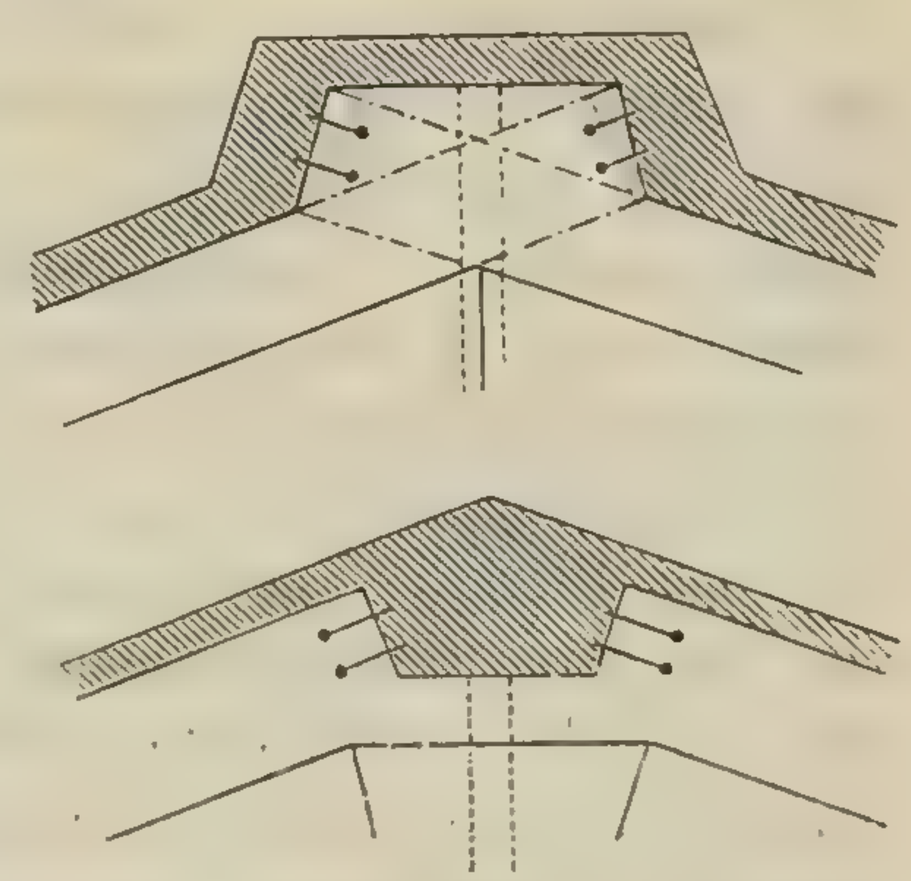
Beispiele über Grabenkoffer sind in den „Constructions-Details“, Detail-Anordnungen, Blatt 5 bis 8 enthalten, welche mit Rücksicht auf die jeweilig in Betracht kommende Geschosswirkung abgeändert werden können.

Tafel II. Fig. 18. Auf Tafel II, Fig. 18 ist die Skizze eines Capitalkoffers für 4 Montigny-Mitrailleusen gegeben.

3. Grabenflankierungs-Anlagen in der Contreescarpe.

Die Übelstände der Grabenkoffer: mangelhafte Grabenvertheidigung in ihrer unmittelbaren Nähe, namentlich am Kofferkopfe, mangelhafte Deckung gegen Breschierung aus der Ferne und Empfindlichkeit gegen den Bombenwurf, werden durch Verlegung der Flankierungsanlage in die Contreescarpe vermieden. Ein Nachtheil hierbei ist, außer den größeren Baukosten, die Schwierigkeit der Communication mit dem Inneren des Werkes. Dieselbe erfolgt entweder durch Poternen unterhalb der Grabensohle, von denen dann Stiegen und Aufzüge in die Casematt-Etage führen; oder durch halbversenkte, gedeckte Caponièren; oder endlich ausnahmsweise auch frei über den Graben, durch in diesen

ausmündende, entsprechend versicherte Thüren. Die vollkommenste ist jedenfalls die erste Art; sie ist jedoch am kostspieligsten und wegen des Grundwassers oft schwierig durchführbar.



Die Anordnung der Flankierungsanlage kann nach nebenstehenden Grundrissen auf zweierlei Art erfolgen. Die zweite Anordnung (der sogenannte Contreescarpe-Koffer) hat den Übelstand einer mangelhaften Vertheidigung des Kofferkopfes, ähnlich wie bei den Escarpe-Koffern.

Beispiele über Grabenflankierungs-Anlagen in der Contreescarpe finden sich ferner in den „Constructions-Details“, Detail-Anordnungen Blatt 9 und 10. Die hier nothwendigen Abänderungen mit Rücksicht auf die Geschosswirkung lassen sich leicht durchführen.

Wie bereits bei den Contreescarpe-Galerien angeführt, dienen diese oft zur Communication von einer Grabenvertheidigungs-Anlage in der Contreescarpe zu den übrigen; zweckmäßiger dürfte es, namentlich bei räumlich ausgedehnten Werken, sein, jeder Anlage eine eigene Verbindung mit dem Inneren des Werkes zu geben; oft wird dies auch geringere Kosten verursachen.

Das bei Grabenkoffern, bezüglich der zur Anwendung gelangenden Waffen und der baulichen Anordnung im allgemeinen Gesagte hat auch für diese Flankierungs-Anlagen Geltung, bei welchen gleichfalls im Interesse der ausreichenden Sicherung gegen Zerstörung, die Verwendung von Eisen häufig nothwendig wird.

In den Figuren 19 und 20 auf Tafel II, dann in Fig. 1 auf Tafel III sind Beispiele von Grabenflankierungs-Anlagen in der Contreescarpe gegeben. Die letzte zeigt eine Anlage nach Welitschkos Vorschlag. Tafel II. Fig. 19 u. 20. Tafel III. Fig. 1.

4. Casematten für Kampfgeschütze.

(Wall- und Traditoren-Casematten.)

Kampfgeschütze, welchen eine bestimmte, räumlich begrenzte Aufgabe zugewiesen ist, welche daher geringe Wendungswinkel (bis etwa 60°) benöthigen, und an eine unveränderliche Aufstellung gebunden sind: sei es wegen Beschränktheit des Raumes, z. B. im Gebirge, sei es um

jederzeit Überraschungen gegenüber kampfbereit zu sein, werden, wenn ihre Sicherung es erfordert, zur Lösung ihrer Aufgaben in Casematten aufgestellt.

Hiebei wird es oft möglich sein, solche Anlagen, durch Terrain oder vorliegende Befestigungstheile gedeckt, derart anzulegen, dass sie bis zu dem Augenblicke, wo ihre Geschütze in Wirkung treten, vom Gegner ungesehen bleiben, womit auch ihre planmäßige Beschießung ausgeschlossen ist. Derartige verdeckte Anlagen heißen sodann Traditoren-Casematten, und deren Geschütze Traditoren-Geschütze[1]). Insbesondere werden mit diesen Namen jene Casematten bezeichnet, welche an der Kehle der Werke — oder selbst nach rückwärts detachiert — angelegt sind, und deren Geschütze lediglich die Aufgabe haben, die Intervalle, dann das nahe Vorfeld der Nebenwerke, und das Kehlterrain, unter Feuer zu nehmen. Durch entsprechende Situierung soll eine directe Beschießung dieser Befestigungstheile höchstens aus größeren Distanzen und unter ungünstigen Verhältnissen möglich sein. Siehe die schematische Dar-
Tafel III. stellung in Fig. 2.
Fig. 2.

Die Ausmaße der Casematten für Kampfgeschütze werden nach letzteren und nach deren Bestreichungswinkeln bestimmt und auf das unumgänglich Nothwendige beschränkt. Die Scharten sollen, wie schon mehrfach erwähnt, Minimalscharten sein, weshalb Minimalscharten-lafetten zur Anwendung kommen müssen.

Je nach der Wichtigkeit der den betreffenden Geschützen zugedachten Aufgabe, dann nach den Umständen, unter welchen die Bekämpfung dieser Anlagen erfolgen kann, endlich nach der Dauer des verlangten Widerstandes, richtet sich die Construction rücksichtlich ihrer passiven Widerstandsfähigkeit; diesbezüglich wird auf den III. Theil dieses Abschnittes verwiesen. In manchen Fällen werden theilweise Panzerungen zur Anwendung kommen müssen, oder es wird die Herstellung ganz in Eisen nothwendig werden. Solche Anlagen heißen dann Panzer-Casematten, bezw. Panzer-Batterien. (Siehe hierüber den Abschnitt „Panzer“.)

Tafel III. Fig. 3. Fig. 3 auf Tafel III gibt das Beispiel einer Geschütz-Casematte. Die der Beschießung (durch Belagerungsgeschütze [15*cm*] aus der Distanz von 2.000*m* und darüber) ausgesetzte Stirnfläche ist unter 50° gegen den Horizont geneigt und mit einer harten Abpflasterung (aus Granit) versehen. Jener Theil der Stirnwand, wo das Mauerwerk nicht

---

[1]) Nach dem italienischen „Traditore“, welches auch eine versteckt angebrachte Kanone bedeutet.

die erforderliche Minimalstärke (1·50*m*) besitzt, hat im Inneren eine Verstärkung durch eine Calotte aus 20*mm* Schweißeisen-Blech. Um die an den Rändern leicht verletzbare Steinscharte zu sichern, ist sie am ganzen Umfange durch eine Martinstahlguss-Armierung verstärkt.

Die Ausmaße des Innenraumes der Casematte werden minimal bemessen und auf Grund einer Detailzeichnung von Rohr und Lafette derart bestimmt, dass mit letzterer alle nothwendigen Bewegungen ohne Hindernis durchführbar sind (wobei auf Spielräume von etwa 10*cm* bei den äußersten Lagen Bedacht zu nehmen ist), und ferner, dass die Bedienung in jeder Geschützstellung erfolgen kann. Im vorerwähnten Beispiele wird die Begrenzung des Innenraumes durch eine Kegelfläche gebildet, die nach vorne tangential in eine Kugelfläche übergeht; rückwärts setzt sich mit einem Absatze ein Cylindergewölbe an. Ähnliche Anordnungen wurden bei der schweizerischen Gebirgsbefestigung angewendet.

Die Figuren 4 auf Tafel III zeigen eine Anlage der vorerwähnten Traditoren-Casematten an der Kehle der Werke, nach Welitschkos Project. Tafel III. Fig. 4.

B. Unterkünfte.

Wohn-Casematten und Nebenräume.

Wohn-Casematten dienen zur Unterkunft der Officiere und des nicht im Dienste stehenden Theiles der Mannschaft; ferner zählt man hiezu auch die Räume für die Bereitschafts-Abtheilungen, dann Verband-, Wach- und Telegraphen-Locale. Küchen, Aborte, Gänge und Stiegen sind hier als Nebenräume bezeichnet.

In der Regel werden für zwei Drittel der Besatzung Belagsräume, für den Rest Unterstandsräume geschaffen. Die Raum-Erfordernisse sind in eigenen Normen enthalten. Für den Mann wird 2·50m^2 Bodenfläche und 6·80m^3 Luftraum, bezw. 5·40m^3 als geringstes Ausmaß, gerechnet.

Mannschafts-Casematten. Wenn zwei Pritschenreihen angeordnet werden, ist eine geringste Casemattbreite von 5*m*, bei einer Reihe 3*m* erforderlich.

Die Anlaufhöhe soll bei flachen Gewölben (120°) 2*m* betragen. Bei Halbkreisgewölben kann der Anlauf so tief herabgesetzt werden, dass im Abstande von 0·30*m* (halbe Mannesbreite) vom Widerlager, mindestens 1·80*m* lichte Höhe vorhanden sei; dies würde bei 5·00*m* Spannweite eine Minimal-Anlaufhöhe von 0·70*m* ergeben; da jedoch auch der dem Belage entsprechende Luftraum zu schaffen ist, wird meist ein größeres Maß zur Anwendung kommen. Für die Casemattiefe

ist mit Rücksicht auf leichte Lüftung 10 bis 12*m* als obere Grenze anzusehen, über welche nur ausnahmsweise gegangen werden sollte. Für jeden Mann des Belages soll 0·8*m* benützbare Wandlänge (Pritschenbreite) vorhanden sein.

Eine Casematte von 5*m* Breite, 10*m* Tiefe, besitzt 50m^2 Bodenfläche, genügt sonach für 20 Mann (2·5m^2 pro Mann), deren jeder 1*m* Wandfläche findet; Öfen, etwaige Durchgänge (welch letztere aus Constructions-Rücksichten thunlichst zu vermindern sind) verringern diese Länge etwas, es bleiben jedoch für alle Fälle für den Mann mindestens 0·8*m*. Bei Halbkreisgewölben müsste eine Anlaufshöhe von 0·76*m* gegeben werden, um den Luftraum von 6·8m^3 per Kopf zu erzielen.

Fenster und Thüren erhalten die bekannte Construction. Fußböden werden aus 4*cm* dicken Brettern hergestellt. Öfen erhalten eine solche Stellung, dass die Rauchschlote zweckmäßig ausmünden; aus dieser Ursache wird oft eine Aufstellung gewählt werden müssen, die dem Heizzwecke nicht gerade am besten entspricht, z. B. in der Nähe der Fensterwand. Die Größe des Ofens muss dem Luftraume des zu heizenden Locales entsprechen; bei Gussöfen kann per 150m^3 Luftraum beiläufig 1m^2 wärmeausstrahlende Ofenfläche gerechnet werden.

Die Casemattsohlen sollen mindestens 0·3*m* ober dem äußeren (Hof-, Kehlgraben- etc.) Niveau liegen.

Der längs der Unterkunfts-Casematten führende Communicationsgang erhält je nach seiner Länge und dem Verkehre 2·0 bis 2·5*m* Breite; bei kurzen Quergängen mit geringem Verkehre genügt 1·5*m* Breite.

Bei der Anordnung des Ganggewölbes ist darauf Bedacht zu nehmen, dass sich die Thüroberlichten gut anbringen lassen; dies ist besonders erleichtert, wenn zur Überdeckung des Ganges einhüftige Gewölbe, oder die verlängerten Casemattgewölbe verwendet werden. Die letzterwähnte Anordnung hat noch den großen Vortheil, dass die äußere Gangmauer nur Abschlussmauer ist und das Ganggewölbe nicht trägt, weshalb dieses durch eine Beschädigung jener nicht in Mitleidenschaft gezogen wird; wohl ist diese Anordnung kostspieliger.

Die Innenflächen der Belags-Casematten sollten nicht verputzt, sondern höchstens verfugt werden; die Erschütterung bei auffallenden und explodierenden Bomben verursachen stets das Abfallen des Verputzes, was eine nachtheilige moralische Einwirkung auf die Mannschaft ausüben kann.

Die zur Verbindung verschiedener Stockwerke anzuordnenden Stiegen erhalten 1·50 bis 2·00*m* Breite; bei geringerem Verkehre

selbst 1·20*m*. Die Stufenhöhen werden meist größer als im Hochbau angenommen, doch geht man nicht gerne über 20*cm*. Die Stufenbreite wird mindestens 25*cm* gemacht, auch wenn nach der bekannten Relation $b = 60—2h$ sich ein geringeres b ergeben sollte; als zweckmäßiges Ausmaß der Stufen ist 18*cm* Höhe und 28*cm* Breite anzusehen. Bei Anordnung des Stiegengrundrisses ist stets Bedacht zu nehmen, dass sich das Stiegenhaus einfach einwölben lasse.

Als Officiers-Casematten werden kleinere, gut erhellte Räume, meist an den Flügeln des Casematt-Corps, oder zunächst des Einganges, gewidmet. Das Telegraphenlocale ist zunächst der Commandanten-Casematte anzulegen.

Küchen. Deren Raumverhältnisse werden mit Rücksicht auf die zweckmäßige Aufstellung der Kochherde gewählt. Der Küchenfußboden wird als Beton- oder Steinplattenpflaster hergestellt. Zur Dunstabfuhr sind Ventilations-Einrichtungen anzuordnen. Wenn thunlich, bringt man Ausgüsse für Spülwasser an.

Aborte werden entweder wie in Kasernen mit Sitzspiegel versehen; oder sie sind zum Hocken, mit den Brillen im Fußboden, eingerichtet, wobei der Boden in Steinplatten oder Beton ausgeführt wird. Die Breite des Abortlocales muss mindestens 2·0*m* betragen: per Sitz, entfällt mindestens 0·80*m* Breite.

Auf die Anlage von besonderen Abort-Abtheilungen für Officiere dann in allen Fällen auf Ventilation, ist Rücksicht zu nehmen.

In der Regel werden Senkgruben angewendet. Man errichtet sie am besten ganz außerhalb des Casematt-Complexes, so, dass ihre Räumung und die Abfuhr ihres Inhaltes möglich ist; doch erfolgt ihre Anlage entweder an Stellen, die dem Bombenwurfe nicht ausgesetzt sind, oder man deckt sie bombensicher ein. Bezüglich ihres Fassungsraumes ist per Kopf und Jahr 0·5m^3 benützbarer Raum zu rechnen; gewöhnlich wird dann die Räumung einmal im Monate in Aussicht genommen. Da jedoch Kriegsverhältnisse die Einhaltung dieses Zeitraumes unmöglich machen können, ist es besser, den Raum für 2 bis 3 Monate zu bemessen. Die Senkgrube wird mit den Aborten durch Canäle verbunden.

Kann man Unrath-Canäle anlegen, die die Excremente abführen, so ist dies jedenfalls zweckmäßig.

Zuweilen wendet man auch Tonnensysteme an, die jedoch nur dann angezeigt sind, wenn mit Sicherheit auf die Abfuhr zu rechnen ist; dann haben sie den Vortheil der billigeren Anlage gegenüber von Senkgruben, welche gegen den Bombenwurf geschützt werden müssen.

Verbandlocale. Für diese werden günstig gelegene Belags-Casematten bestimmt, wobei auf gute Zugänglichkeit Rücksicht zu nehmen ist. Die Größe wird naturgemäß bei exponierten Objecten — die einen Abschub Verwundeter schwer zulassen und vermöge ihrer Lage auch mehr Verwundete aufweisen können — nach einem höheren Percentsatze der Besatzung bestimmt, als bei Werken in minder ausgesetzter Lage. Als Grenzen werden $2^1/_2$ bis 5% der Besatzung angegeben.

Das Telegraphenlocale soll mit der Unterkunft des Commandanten in guter Verbindung stehen, also entweder neben oder unter ihr liegen; im letzten Falle ist eine Sprachrohrverbindung in einfachster Weise herstellbar. Bei der Raumbemessung ist zu beachten, dass der Telegraphist auch im Locale wohnen soll.

Bäckereien. In auswärtigen Staaten werden in den Forts auch Bäckereien angeordnet, was besonders in exponierten Lagen zweckmäßig ist. Die Anlage ist entsprechend den gleichen Objecten im Hochbaue.

Casematten-Corps. Die Gesammtheit aller zu einem Complexe vereinigten Casematten bildet ein Casematten-Corps. Die Anordnung eines solchen hängt von fortificatorischen und baulichen Rücksichten ab. Fortificatorische Rücksichten bestimmen die Lage und den Hauptumriss der Complexe, welche dann nach baulichen Rücksichten so zu gliedern sind, dass einerseits den geforderten Raumverhältnissen entsprochen wird, anderseits sich die Construction ökonomisch und doch widerstandsfähig gestaltet.

Bei der Anordnung der Räume ist insbesondere den Verbindungen (Gänge, Stiegen, Poternen) Aufmerksamkeit zuzuwenden, wobei die zu den Vertheidigungsanlagen führenden Communicationen den Anforderungen des Kampfes entsprechend zu gestalten sind.

Bereitschaftsräume und Unterstände.

Diese gehören im weiteren Sinne gleichfalls zu den Unterkunftsräumen. Ihre Lage ist zunächst der betreffenden Kampforte, doch ist überdies auf gute Communication dahin Bedacht zu nehmen.

Hier werden nur die Bereitschaftslocale für äußere Reserven (Bezirksreserven) behandelt; bezüglich der übrigen Anlagen siehe „Wall-einrichtungen“.

Anlagen für äußere Reserven werden in den Intervallen sowohl für Infanterie, als auch für die, die Geschütze der Intervallbatterien bedienende Artillerie. in solchen Lagen hergestellt, dass die Truppen rasch in Action gesetzt werden können. Das Raumerfordernis kann mit $1 m^2$ Grundfläche pro Mann angenommen werden.

Fig. 5 auf Tafel III zeigt ein Beispiel eines solchen Unterstandes für eine Compagnie. Tafel III. Fig. 5.

Da solche Objecte versenkt sind, oder aber im Terrain gegen Sicht gedeckt angelegt und auch maskiert werden können, somit nur Zufallstreffer zu erwarten haben, erscheint ein minderer Grad von Geschossicherheit zulässig.

Jede Casematte hat ihren Ausgang; nächst der feindwärtigen Stirnmauer sind 0·6*m* breite Durchgänge für überwachende Officiere angelegt. Längs der Casemattwände sind je eine, in der Mitte zwei Bänke (mit Lehnen für die Gewehre) angebracht. Die Fenster sind so angeordnet, wie dies bei Besprechung der Fensteröffnungen erwähnt wurde.

In der Nachmauerung unter den Ixen können schwach steigende Ventilationsschläuche angelegt werden, die nach dem Anstecken eines äußeren Knierohres auch als Rauchschlote dienen können.

C. Magazine.

Magazine dienen zur Unterbringung des Mundvorrathes, des Brennmaterials, von Werkzeugen, Requisiten und Vorrathsmaterialien, endlich der Munition.

Proviant-Depots.

Proviant-Depots sollen ihrem Zwecke nach luftige, nicht allzu dunkle, trockene Räume sein; doch wird man hiezu meistens nur finstere, kellerartige Räume bestimmen können. Ihre Größe hängt von der Besatzungsstärke, dann von der Verproviantierungsdauer ab, welche bei nicht allzu exponierten Objecten, denen Ergänzungen zugeschoben werden können, mit 14 Tage bemessen wird. Exponierte Objecte sind für längere Zeit (6 Wochen und darüber, je nach Umständen) zu versorgen. Per Kopf und 14 Tage entfallen 0·2m^2 Grundfläche als reichlich bemessener Raum. Die Depots sollen gut zugänglich sein; besonders solche, in denen schwere Gegenstände (Fässer) zu hinterlegen sind.

Anlagen für die Wasserversorgung.

Kann Trinkwasser durch Brunnen beschafft werden, so ist diese Art der Wasserversorgung, wegen der Unabhängigkeit von äußeren Einflüssen, jeder anderen vorzuziehen. Man gibt die Brunnen in die Nähe der Küchen, jedenfalls möglichst entfernt von Senkgruben; kann man den Brunnen selbst nicht innerhalb des bombensicheren Complexes anlegen, so wird zum mindesten die Schöpfvorrichtung bombensicher untergebracht. Für Ableitung des Spritzwassers ist Sorge zu tragen.

Auf etwa 300 Mann der Besatzung ist ein Brunnen zu rechnen.

Bei Gebirgsbefestigungen kann man sich zuweilen durch eine Wasserleitung mit Trinkwasser versehen; für alle Fälle ist jedoch dann eine Reserve-Versorgungsanlage (Cisterne, Caissons, Brunnen) nothwendig.

Tafel III. Fig. 6.

Muss man den Wasservorrath in Cisternen aufsammeln, so wird das Wassererfordernis, für alle Bedürfnisse, pro Mann und Tag mit 6·6*l* (minimal mit 5·5*l*), pro Pferd und Tag mit 19·8 (16·5)*l* angenommen. Diese Ziffern sind sehr niedrig, deshalb wird, wo möglich, für eine größere Menge vorgesorgt.

Jede Cistern-Anlage besteht aus einer Auffangfläche; einem Raume, in welchem das zufließende Wasser zur Ruhe kommt, die Sammelkammer oder der Klärraum; dem zur Reinigung des Wassers dienenden Filter; endlich dem Speicherraum mit der Schöpfvorrichtung.

Zu Auffangflächen werden abgepflasterte (betonierte), leicht rein zu haltende, der Verunreinigung überhaupt nicht ausgesetzte Flächen von genügender Größe ausgemittelt. Das Flächenmaß derselben hängt von der zu sammelnden Wassermenge und der Regenhöhe ab, von dieser werden jedoch mit Rücksicht auf die Verluste durch Verdunstung, Versickerung u. dgl. nur 70% in Rechnung gestellt. Bei Neuanlagen von Cisternen sind jedenfalls vorerst die Regenverhältnisse des betreffenden Landes zu ermitteln. (Z. B. kann man für die Karstländer als jährliche Regenhöhe sicher 60*cm* annehmen, daher 40*cm* in Rechnung ziehen. Ist Q das zu beschaffende Wasserquantum in m^3, F die Auffangfläche in m^2, so ist $Q = 0{\cdot}4\,F$, also $F = 2{\cdot}5\,Q$.)

Die Auffangfläche wird reguliert, so dass das Wasser in Zuleitungscanälen gesammelt und den Klären zugeführt werden kann; die Größe der letzteren ist so zu bemessen, dass die beim heftigsten Gewitterregen niedergehende Wassermenge genügend Raum findet; die Filter sollen nämlich nicht unter zu großem Drucke arbeiten, weil dies die Reinheit des Wassers beeinträchtigen würde, welches dabei den Filter zu rasch passiert. Die größte Regenhöhe innerhalb 24 Stunden kann man mit 10 bis 22*cm* annehmen, und wird dann der Klärraum so disponiert, dass der Filter unter einem Maximaldrucke von 0·5*m* stehe. Durch einen im richtigen Niveau anzulegenden Entlastungs-Canal ist dieser höchste Wasserstand im Klärraume zu erhalten.

Unter den Filtern sind die Sandfilter am zweckmäßigsten, zu deren Beschickung sich besonders ausgelaugter Meersand eignet. Meist ist die

Anordnung so, dass das Wasser zunächst eine etwa 0·6*m* starke Schichte feinen Sandes durchläuft, dann allmählich in gröberen Sand und Schotter, und darauf erst in den Speicherraum gelangt. Nach Tinetti filtriert ein 0·6*m* dicker Sandfilter, unter 0·5*m* Maximaldruck, pro 24 Stunden, per $1m^2$ Filteroberfläche: $2{\cdot}4m^3$ Wasser.

Der Speicherraum ist wasserdicht herzustellen; die Sohle erhält gegen die Schöpfvorrichtung ein Gefälle, das in einen Sumpf endigt; dies geschieht, um alles Wasser aus der Cisterne ausschöpfen zu können, sobald die Cisterne gereinigt wird, was alle Jahre, oder doch jedes zweite Jahr geschehen sollte. Damit jedoch stets ein Wasservorrath vorhanden sei, ist es zweckmäßig, mehrere gesonderte Speicherräume anzuordnen, die zu verschiedenen Zeiten gereinigt werden.

Die Oberfläche des Wassers soll mit atmosphärischer Luft (Sauerstoff) in Berührung stehen (Ventilation), jedoch der Licht- und Wärmeeinwirkung entzogen sein, da diese das Entstehen organischer Substanzen begünstigen.

Gewöhnlich bezeichnet der Gewölbeanlauf des Cisterngewölbes den höchsten Wasserstand (die Capacitätsmarke), dessen Überschreitung durch Überlauf-Canäle verhindert wird.

Als Schöpfvorrichtung kann eine Pumpe, oder besser ein Eimer, benützt werden; beim Schöpfen mit diesem wird das Wasser bewegt, spritzt auf, kommt mehr mit der Luft in Berührung, was die Qualität des Wassers verbessert. Sehr oft ist der Klärraum mit dem Filter vereinigt.

Brennmaterial-Depots.

Für solche Depots sind keine Ausmaße normiert; man kann jedoch annehmen, dass bei 2*m* hoher Schlichtung $1m^2$ Bodenfläche tägliches Kochservice fasst:

hartes Holz für 700 Mann,
weiches Holz für 500 Mann,
gute Steinkohle für 1.300 Mann,
gute Holzkohle für 5.800 Mann;
an Heizservice:
hartes Holz für 800 Mann,
weiches Holz für 600 Mann,
gute Steinkohle für 1.500 Mann pro Tag.

Hiezu ist für Officiere, Verbandlocale etc. 20% zuzuschlagen. Von den sonach ermittelten Ausmaßen ist noch $^1/_0$ auf Manipulationsraum hinzuzurechnen.

Material- und Requisiten-Depots.

Ergeben sich disponible Räume, so können selbe zur Unterbringung von Werkzeugen, Requisiten und Materialien bestimmt werden. Das Vorhandensein solcher Depots ist zweckmäßig, wenn auch nicht gerade unerlässlich, da sich im Nothfalle Theile von Gängen u. dgl. hiefür benützen lassen.

Kriegs-Pulver- und Munitions-Magazine.

Zweck und Eintheilung.

Kriegs-Pulver- und Munitions-Magazine sind für die Deponierung der gesammten Kriegs-Ausrüstung an Munition eines festen Platzes bestimmt. Sie sollen durch ihre bauliche Anordnung sowohl die vollkommen gesicherte Unterbringung der Munition gegen feindliche Einwirkung, als auch die möglichste Conservierung des untergebrachten Materiales gestatten, letzteres umsomehr, als diese Magazine auch oft im Frieden zur Deponierung der Munition zu dienen haben.

Es können unterschieden werden:

1. Haupt-Kriegs-Pulver- und Munitions-Magazine; selbe liegen entweder innerhalb der Umfassung des Noyaus, oder besser, zwischen dieser und dem Gürtel, und haben die Widmung, die Munition einer Gruppe von Befestigungen — soweit die für letztere bestimmten Magazine der nachfolgend unter **2** und **3** angeführten Kategorien nicht ausreichen —, sodann auch die Reserve-Munition aufzunehmen.

Von ihnen werden versorgt:

2. Die Objects-Haupt-Munitions-Magazine, deren je eines per Fort oder Umfassungs-Complex entfällt. Sie enthalten bei solchen exponierten Objecten, bei welchen ein Zuschub während der Action schwer durchführbar erscheint, die gesammte Dotation, wobei jedoch auf das Fassungsvermögen der nächsten Kategorie, welche auch von hier den Nachschub erhält, Rücksicht zu nehmen ist.

3. Die Munitions-Ausgabs-Magazine, die in der Regel den dreitägigen Bedarf für alle an sie gewiesenen Geschütze etc. fassen müssen und die so zu situieren sind, dass von ihnen die

4. Munitions-Hand-Magazine leicht und sicher, selbst während des heftigsten Feuergefechtes, den Munitions-Ersatz erlangen können. Diese Hand-Magazine sind für ein bis zwei Geschütze bestimmt.

fassen den 24 stündigen Bedarf und sind in unmittelbarer Nähe der an sie gewiesenen Geschütze anzulegen.

In vielen Fällen ist die Scheidung der Kategorien 2 und 3 nicht durchgeführt. Es bestehen statt diesen nur Objects-Ausgabs-Magazine, welche dann die gesammte Kriegsausrüstung des Werkes, bezw. der abhängigen Objecte, aufzunehmen haben.

Die für die Unterbringung der Munition der Zwischenbatterien eines Intervalles bestimmten Ausgabs-Magazine werden als Intervall-Munitions-Magazine bezeichnet. In diesen ist in der Regel der dreitägige Bedarf an Munition für die entsprechenden Batterien unterzubringen.

In manchen Fällen entfallen die Hand-Magazine, und das Geschütz wird unmittelbar vom Ausgabs-Magazin versorgt, was namentlich bei Panzerthürmen stattfinden kann.

Deponierung und Raumermittlung.

Die Munition wird theils als lediges Pulver in Fässern (von 0·71*m* Länge und 0·59*m* Durchmesser), — theils in Patronen verarbeitet in (gleichdimensionierten) Fässern oder in Verschlägen, — theils endlich als Geschosse in Verschlägen, deponiert.

Gattung und Menge der in einem zu erbauenden Magazine unterzubringenden Munition wird im Bauprogramme festgestellt.

Die Haupt-Kriegs-Pulver- und Munitions-Magazine sollen für nicht mehr als 500 Fass Pulver à 112*kg*, d. i. 56.000*kg* Pulver Fassungsraum angelegt werden.

Für allgemeine Ermittlungen der erforderlichen Depoträume dienen die in der unten folgenden Beilage 1 enthaltenden Angaben über „Raum-Erfordernis für die Unterbringung der Munition“; hiernach sind auch die Manipulations- und Laborier-Räume zu bemessen.

Für den Entwurf eines Neubaues, sowie für genaue Raumausmittlung sind die folgenden Bestimmungen maßgebend:

Wo nur immer möglich, sind bei den Objects-Magazinen Geschossräume und Pulver- (Patronen-) Magazine zu trennen, da bei ersteren eine geringere Vorsicht bezüglich der Feuergefährlichkeit und Trockenhaltung zulässig ist.

Der Flächenraum der Hand-Magazine ist als Überschuss jenes Raumes zu betrachten, dessen man zur Deponierung der ganzen Munition bedarf.

Während für die Bestimmung des Fassungsraumes — eventuell auch des Tragvermögens — bei Friedens-Pulvermagazinen die normale Schlichtung als Grundlage zur Ermittlung des Flächenraumes zu nehmen ist, gilt bei allen übrigen Magazinen in dieser Richtung die maximale Schlichtung der Verpackungsgefäße nach Beilage **2** als Basis.

Zwischen den Seitenwänden des Magazins und jenen der Verpackungsgefäße ist ein Raum von **10** bis **15***cm* Breite, zwischen den Stirnwänden der Verschläge (Fussböden) einer Doppelreihe, ein Raum von **10***cm* Breite zu belassen.

Der zwischen den Verpackungsgefäßen nothwendige Gang ist, je nach der Breite des Magazins und der Größe der Verpackungsgefäße, **90** bis **125***cm* breit anzunehmen.

Die unterste Lage der Verpackungsgefäße wird auf je zwei, zu den Wänden des Magazins parallel laufenden, nicht über **15***cm* hohe Unterlagen u. zw. mit der Länge des Gefäßes senkrecht zur Längenrichtung der Unterlagshölzer, gelegt.

Bei der Maximalschlichtung der schweren Geschossverschläge — von **12***cm* aufwärts — sowie bei der Schlichtung der Pulverfässer sind die Gefäße der oberen Lagen mit der Mitte über die Fugen zu stellen, welche sich zwischen den Gefäßen der nächst unteren Lage ergeben; bei dieser Anordnung ist daher in jeder höheren Lage um ein Gefäß weniger eingeschlichtet, als in der unmittelbar darunter befindlichen.

Unter diesen Voraussetzungen ergibt sich die beste Ausnützung des Flächenraumes eines Magazines, wenn die Verpackungsgefäße in je einer Doppelreihe beiderseits eines Mittelganges, mit ihrer Längenrichtung senkrecht auf die Länge des Magazines, geschlichtet werden.

Die Geschossräume müssen daher eine Breite von **4·00***m*, dann für Geschosse M. 1880 eine Anlaufhöhe von **2·75***m*, für Geschosse M. 1861 und M. 1878 eine Anlaufhöhe von **2·50***m* erhalten. Werden die Patronen in Verschlägen deponiert, so genügt auch für Patronen-Magazine eine Breite von **4·00***m* bei einer Anlaufhöhe von **2·10***m*; für die Verpackung der Patronen in Pulverfässern müsste aber behufs günstigster Ausnützung des Flächenraumes die Breite des Magazines mit **4·25***m* angenommen werden. Die Anlaufhöhe ergibt sich dann mit **1·75***m*.

In der Beilage **3** sind überdies mehrere Beispiele über die für je **100** Geschosse (Patronen) erforderliche Länge des Magazines bei gegebener Breite desselben, unter Voraussetzung der Maximalschlichtung,

ausgearbeitet, wodurch sich leicht ein Überblick über die beiläufigen Dimensionen des Magazines für eine bestimmte Munitionsmenge ergibt.

Bei Verfassung des Projectes muss jedoch in jedem besonderen Falle die Länge und Höhe des Magazins auf Grund der zweckmäßigsten Schlichtungsweise bestimmt werden.

Wo etwa ein Wechsel der Armierung eintreten könnte, ist der Magazinsraum für jene Geschossgattung zu bestimmen, deren Verschläge den meisten Raum erfordern.

Bei Ermittlung des Flächenraumes für Patronen- (Pulver-) Magazine ist schließlich darauf Rücksicht zu nehmen, dass jene Geschütze, bei welchen mehrere Ladungen in Gebrauch kommen können, außer mit der vollen Anzahl Patronen der größten Ladung, noch mit Patronen verminderter Ladung ausgerüstet werden, deren Zahl und Gattung jeweilig bestimmt wird.

Die bezüglichen Ausmaße sind den nachfolgenden Beilagen **1**, **2** und **3** zu entnehmen.

Zu Beilage **2** gehört noch folgende Bemerkung:

1. Im allgemeinen werden die Verschläge

		bis zu	50*kg*	Gewicht,	normalmäßig	5,	im	Maximum	8	}	Lagen
von	über	50*kg*	bis	75*kg*	„	„	4,	„	„	6	}	hoch
„	„	75*kg*	„	100*kg*	„	„	3,	„	„	5	}	geschlichtet.
„	„	100*kg*	„	125*kg*	„	„	2,	„	„	3	}	
„	„	125*kg*			„	„	1,	„	„	2	}	

Außerdem ist in jedem besonderen Falle noch die Tragfähigkeit und die Höhe der Verschläge, sowie auch die Tragfähigkeit des Magazins zu berücksichtigen.

2. Die mit ledigem Pulver oder mit Patronen gepackten 112*kg* Pulverfässer werden stets nur bis 3 Lagen hoch geschlichtet. Nach Umständen können die mit Munition gepackten Fässer auch auf ihren unbeschriebenen Boden aufgestellt werden.

3. Die Schlichtung der Verschläge und der Pulverfässer über die normalmäßige Höhe bis zur Grenze des Maximums darf bei Friedens-Deponierungen nur bei Mangel an Raum stattfinden, wenn dies sowohl in Berücksichtigung der Tragfähigkeit der Verpackungsgefäße, wie des Magazinbodens zulässig ist.

Die Kriegs-Munitionsmagazine sind auf Basis der Maximal-Schlichtung zu ermitteln.

4. Die Höhe des Stoßes ist unter Berücksichtigung der Unterlagen (15*cm*) und der Zwischenleisten (2*cm*) ermittelt und gibt demnach gleichzeitig auch die minimale Höhe des Gewölb-Anlaufes für die betreffende Schlichtung an.

Bei den Stoßhöhen für die 8*cm* und 9*cm* Kartätschen- und Patronenverschläge sind nur die Verschläge mit Deckel berücksichtigt; die Differenz, welche sich infolge der verschiedenen Schlichtungsweise gegenüber den Verschlägen ohne Deckel ergibt, ist belanglos.

Beilage 1.

Raum-Erfordernis für die

Munition für				für den 24stündigen Bedarf in Hand-Magazinen in m^3	Normal-Ausmaß für Schüsse oder Würfe in m^3: Hundert	jedes folgende Hundert	Minimal-Ausmaß für Schüsse oder Würfe in m^3: Hundert	jedes folgende Hundert	Manipulations-Raum
8	mm	Mitrailleusen		0·15	1·51 [1])	0·94 [1])	1·35 [1])	0·85 [1])	
11				0·16	0·74	0·65	0·58	0·43	
Gezogene 7		M. 1875 stahlbronzene	Gebirgs-	0·16	0·31	0·21	0·31	0·19	
Gezogene 8			Feld-	0·56	1·26 (0·56)	0·43 (0·36)	1·11 (0·12)	0·30 (0·19)	
Gezogene 9				0·58	1·28 (0·74)	0·65 (0·56)	1·13 (0·59)	0·50 (0·41)	
Gezogene 7		M. 1863 bronzene	Gebirgs-	0·90	0·70	0·29	0·56	0·20	
Gezogene 8			Feld-	0·90	0·68 (0·51)	0·36 (0·33)	0·68 (0·51)	0·27 (0·22)	
Gezogene 10				1·00	1·44 (0·83)	0·62 (0·58)	1·29 (0·68)	0·47 (0·39)	
Gezogene 12		M. 1880 stahlbronz. Belagerungs- u. Minimalschart.	Kanonen	1·06	1·70	1·47	1·53	1·26	
Gezogene 15		M. 1880 stahlbronzene Belagerungs-		1·62	2·84	2·65	2·14	1·86	
Gezogene 18				2·03	4·25	3·41	3·45	2·67	
Gezogene 9		M. 1861 eiserne		1·00	0·95	0·58	0·78	0·41	
Gezogene 12				0·90	1·65	0·92	1·40	0·65	
Gezogene 15				1·70	2·27	1·75	2·00	1·36	
Gezogene 15		stahlbronzene	Küsten-	.	5·80	4·94	.	.	
Gezogene 21	cm	stählerne		.	10·31	9·85	.	.	
Gezogene 28		stählerne Minimalscharten- und Küsten-		(6·36)	(12·31)	(12·18)	(8·96)	(8·66)	
Gezogene 9		M. 1880 stahlbronzene Belagerungs-	Mörser	. .	18·88	17·13	.	.	
Gezogene 15				0·72	0·87	0·42	0·72	0·26	
Gezogene 21				1·29	2·79	2·11	1·98	1·34	
Gezogene 15		stahlbronz. (f. Panzerstände) Vertheidigungs-		2 93	5·03	4·23	.	.	
Gezogene 28		stahlbronzene Küsten-		1·54	2·25	1·52	1·66	0·98	
Gezogene 21		M. 1873 eiserne		.	.	.	.	.	
Glatte 15		M. 1859	leichte eiserne Granat-	1·50	5·75	5·07	4·31	3·40	
Glatte 15			schwere eiserne Granat-	1·00	1·56	1·07	0·98	0·70	
Glatte 19				1·30	1·96	1·22	1 59	0·81	
Glatte 24			eiserne Küsten-	2·00	2·65	1·65	2.51	1·32	
Glatte 15		eiserne Granat-		2·60	4·07	3·07	3·27	2·12	
Glatte 17		bronzene Bomben-	Mörser	0·70	1·54	1·03	0·98	0 68	
Glatte 24		bronzene (eis.) Bomb. oder weittr.		0·80	1·00	0·16	1·00	0·13	
Glatte 30		bronz. Bomb.-, alt (neu), k. eis. Stein- u. eis Küsten-		0·80	1·41	0·49	1·41	0·40	
				0·80	1·83	1·22	1·83	0·89	

				für 10.000 Patronen	für weitere 10.000 Patronen	für 10.000 Patronen	für weitere 10.000 Patronen
Feuer-Gewehre	M. 1888	Repetier-	Gewehre	0·38	0·28	0·19	0·19
Feuer-Gewehre	M. 1886 (1885)			0·37	0·37	0·37	0·19
Feuer-Gewehre	Mit Werndl-Verschluss	Infanterie- und Jäger-		0·48 (0·32)	0·40 (0·24)	0·32 (0·32)	0·18 (0·17)
Feuer-Gewehre		Extra-Corps-		0·32 (0.32)	0·27 (0·19)	0·32 (0·16)	0·18 (0·14)
Feuer-Gewehre	Mit Werndl-Verschluss, Carabiner			0·32 (0·32)	0·27 (0·19)	0·32 (0·16)	0·18 (0·14)
Feuer-Gewehre	Revolver			0·32	0·19	0·16	0·14

Pulver in Fässern	für 500kg Pulver	für weitere 500kg Pulver	für 500kg Pulver	für weitere 500kg Pulver
	1·25	0·62	1·25	0·47

[1]) 1/8—1 des Flächenraumes, welchen die Munition benöthigt

Unterbringung der Munition.

Anmérkung

[2]) Gilt für eine Serie von 4.000 Schuss in M. 1888 Packschachteln und Gewehr-Patronen-Verschlägen.

In kleinen Munitions-Ausgabs-Magazinen und in solchen, wo Munition gleichartiger Caliber deponiert ist, kann im Nothfalle der Manipulationsraum verringert werden.

In Magazinen, in welchen ausschließlich Patronen oder lediges Pulver in Fässern deponiert werden, wird der erforderliche Manipulationsraum mit Rücksicht auf die mögliche Anordnung der Fässerreihen ermittelt und kann bei ungünstigen Magazins-Abmessungen sogar gleich dem für die Deponierung der Fässer errechneten Flächenmaße werden.

Die bei den M. 1875 und 1863 Feld-, dann bei den 24*cm* Küsten-Kanonen in Klammern stehenden Zahlen gelten bei der Deponierung der Patronen in Verschlägen, die anderen bei der Deponierung der Patronen in Fässern, bezw. Patronen-Büchsen.

Bei den glatten Mörsern, mit Ausnahme des 15*cm* Granat-Mörsers, sind nur die zur Adjustierung der Bomben erforderlichen Munitions-Bestandtheile und das ledige Pulver berücksichtigt, und hiebei bezüglich des letzteren die nach den Normen für die Artillerie-Ausrüstung bestimmten Pulver- und Sprengladungen angenommen worden. Für die Deponierung adjustierter 17*cm*, 24*cm* Rund- und Rollbomben, dann Rollgranaten, ferner 30*cm* Rund- und Rollbomben ist für jedes Stück ein Lagerraum von 347cm^2, 694cm^2, bezw. 1·110cm^2 zu rechnen. Für die 7*cm* Hand- und 15*cm* Rollgranaten ist der Deponierungsraum speciell nur dann zu ermitteln, wenn bei einer größeren Dotation an diesen Geschossen in den für die vorbenannten Bomben bestimmten Magazinen hiefür sich kein Platz ergeben sollte. Dasselbe gilt auch für die Hohlkugel- und Granatenwürfe für 24 und 30*cm* glatte Mörser.

Die Vorkammern der Munitions-Ausgabs-Magazine können als Laborier-Raum benützt werden.

Für die Deponierung der Patronen und Geschosse der Küsten-Kanonen und des 28*cm* Küsten-Mörsers werden jeweilig Special-Anträge unter Zuziehung von Artillerie-Organen zu machen sein.

Bei Berechnung der Flächenmaße wurden die verschiedenen Geschoss-Gattungen der einzelnen Geschütze im Verhältnis der Munitions-Dotation in Betracht gezogen.

Die als Deponierungsräume der Patronen für Feuergewehre angegebenen Doppel-Zahlen gelten: die obere für M. 1877; die untere — in der Klammer — für M. 1867 Patronen.

Bei bestehenden Befestigungsobjecten haben die Minimal-Ausmaße, bei neu zu erbauenden Objecten die Normal-Ausmaße Geltung.

Beilage 2.

Ausmaße zur Berechnung der erforderlichen Räume für die Unterbringung der Munition.

Geschütz		Verpackungsgefäß		Äußere Abmessungen der Verschläge lang (mm)	breit (mm)	hoch (mm)	Des gepackten Gefäßes: Gewicht (kg)	Inhalt	Normal-Schlichtung: Anzahl der Lagen	Normal-Schlichtung: Höhe des Stoßes (m)	Maximal-Schlichtung: Anzahl der Lagen	Maximal-Schlichtung: Höhe des Stoßes (m)
8cm	M. 1875 Feld-	Kanone	8cm M. 1875 beschlagener Geschoss- Verschlag	567	255	130	31	6 Hohlgeschosse	8	1·33	11	2·23
							33	6 Shrapnels				
							27	6 Brandgeschosse				
			8cm M. 1875, mit (ohne) Deckel, Kartätschen- Verschlag	513		180	23 (22)	2 Kartätschen 8 Patronen		1·73	9	1·93
			8cm M. 1875, mit (ohne) Deckel, Patronen- Verschlag	500	255	180	16 (15)	12 Patronen	8	1·73	9	1·93
			112kg Pulverfass*)	.	.	.	96	85 Patronen	3	1·73	3	1·73
9cm	M. 1875 Feld-		9cm M. 1875 beschlagener Geschoss- Verschlag	544	280	140	38	5 Hohlgeschosse	8	1·41	11	2·37
							11	5 Shrapnels				
							36	5 Brandgeschosse				
			9cm M. 1875, mit (ohne) Deckel, Kartätschen- Verschlag	520		210	31 (30)	2 Kartätschen 6 Patronen		1·97	8	1·97
			10cm M. 1863 Geschoss- Verschlag	527	277	277	68	8 Kartätschen	4	1·32	6	1·91
			9cm M. 1875, mit (ohne) Deckel, Patronen- Verschlag	500	280	210	20	10 Patronen	8	1·97	8	1·97
			112kg Pulverfass*)		.	.	104	58 Patronen	3	1·73	3	1·73
12cm	M. 1880 Belagerungs- (Minimalscharten-)		12cm M. 1880 Hohlgeschoss- Verschlag	630	266	122	84	4 Ecrasitgeschosse	3	1·46	5	2·31
							83	4 Hohlgeschosse				
			12cm M. 1880 Kartätschen- Verschlag				88	4 Kartätschen				
			12cm M. 1880 Shrapnel- Verschlag			402	95	4 Shrapnels		1·40		2·21
			M. 1880 Pulver-Patronen- Verschlag	580	300	470	51	30 Patronen, à 1·1kg	4	2·09	4	2·09
							61	10 Patronen, à 4·8kg				
			112kg Pulverfass*)	.		.	102	62 Patronen, à 1·1kg	3	1·73	3	1·73
15cm	M. 1880 Belagerungs-		15cm M. 1880 Hohlgeschoss- Verschlag	420	276	502	78	2 Ecrasitgeschosse	3	1·70	5	2·71
							77	2 Hohlgeschosse				
							79	2 Brandgeschosse				
			15cm M. 1880 Hartgussgeschoss Verschlag				89	2 Hartguss-Hohlgeschosse				
			15cm M. 1880 Shrapnel- Verschlag			472	86	2 Shrapnels		1·61		2·59
			M. 1880 Pulver-Patronen- Verschlag	580	300	470	52	16 Patronen, à 2·6kg	4	2·09	4	2·09
							60	6 Patronen, à 7·8kg				
			112kg Pulverfass*)	.	.	.	109	37 Patronen, à 2·6kg	3	1·73	3	1·73

*) Äußerer Durchmesser am Bauche 590mm, an den Kopfenden (ohne Reif) 494mm, ganze Höhe 710mm.

Geschütz			Verpackungsgefäß		Äußere Abmessungen der Verschläge lang	breit	hoch	Des gepackten Gefäßes Gewicht	Inhalt	Normal-Schlichtung Anzahl der Lagen	Höhe des Stoßes	Maximal-Schlichtung Anzahl der Lagen	Höhe des Stoßes
					mm			*kg*			*m*		*m*
12*cm*	M. 1861	Kanone	12*cm* M. 1861 Kartätschen-	Verschlag	632	**) 199	318	50	4 M. 1861 Kartätschen	5	1·82	8	2·83
			12*cm* M. 1866 Kartätschen-				272	46	4 M. 1866 Kartätschen		1·59		2·46
			12*cm* M. 1878 Hohlgeschoss-			**) 201	366	66	4 M. 1878 Hohlgeschosse	4	1·67	6	2·45
			12*cm* M. 1861 Hohlgeschoss- u Shrapnel-	Verschlag	632	**) 199	303	68	4 M. 1861 Hohlgeschosse	4	1·42	6	2·07
								75	4 M. 1866 Shrapnels				
			12*cm* M. 1878 Shrapnel-			**) 201		66	4 M. 1878 Shrapnels				
			112*kg* Pulverfass*)		.	.	.	95	180 Patronen, à 0·4*kg*	3	1·73	3	1·73
								105	80 Patronen, à 1·1*kg*				
15*cm*	M. 1861	Kanone	15*cm* M. 1861 Kartätschen-	Verschlag	566	**) 226	360	61	3 M. 1861 Kartätschen	4	1·65	6	2·41
			15*cm* M. 1866 Kartätschen-				299	60	3 M. 1866 Kartätschen		1·41		2·04
			15*cm* M. 1878 Hohlgeschoss-			**) 227	440	96	3 M. 1878 Brandgeschosse	3	1·51	5	2·43
								92	3 M. 1878 Hohlgeschosse				
			15*cm* M. 1861 Hohlgeschoss- u. Shrapnel-			**) 226	350	91	3 M. 1861 Hohlgeschosse				
								101	3 M. 1866 Shrapnels		1·26		2·01
			15*cm* M. 1878 Shrapnel-			**) 227		65	3 M. 1878 Shrapnels				
			112*kg* Pulverfass*)		.	.	.	102	100 Patronen, à 0·85*kg*	3	1·73	3	1·73
								86	84 Patronen, à 2·15*kg*				
15*cm*	M. 1880 Belagerungs-Mörser beziehungsweise 15*cm* Haubitze		15*cm* M. 1880 Hohlgeschoss-	Verschlag	120	276	502	78	2 Ecrasitgeschosse	3	1·70	5	2·74
								77	2 Hohlgeschosse				
			15*cm* M. 1880 Shrapnel-				472	86	2 Shrapnels		1·61		2·95
									2 Einschieß-Shrapn.				
			M. 1880 Pulver-Patronen-		580	300	470	30	20 Patronen, à 0·76*kg*	4	2·09	4	2·09
								40	20 Patronen, à 1·3*kg*				
			112*kg* Pulverfass*)		.	.	.	74	225 Patronen, à 0·25*kg*	3	1·73	3	1·73
								85	55 Patronen, à 1·3*kg*				
15*cm*	M. 1880 Vertheidigungs-Mörser		15*cm* M. 1878 Hohlgeschoss-	Verschlag	566	**) 227	410	92	3 M. 1878 Hohlgeschosse	3	1·51	5	2·43
								98	3 M. 1878 Einschieß-Shrapnels				
								101	3 M. 1866 Einschieß-Shrapnels				
			15*cm* M. 1861 Hohlgeschoss- u Shrapnel-			**) 226	303	91	3 M. 1861 Hohlgeschosse		1·26		2·01
								101	3 M. 1866 Shrapnels				
			15*cm* M. 1878 Shrapnel-			**) 227		95	3 M. 1878 Shrapnels				
			112*kg* Pulverfass*)		.	.	.	74	225 Patronen, à 0·25*kg*	3	1·73	3	1·73
								85	55 Patronen, à 1·3*kg*				
								103	50 Patronen, à 1·7*kg*				

*) Äußerer Durchmesser am Bauche 590*mm*, an den Kopfenden (ohne Reif) 494*mm*, ganze Höhe 710*mm*.
**) Hiebei ist auf die Binderreife entsprechend Rücksicht genommen.

Beilage 3.

Angaben über die Einschlichtung von Munition in Magazine von be-

Magazinslänge bei gegebener Magazinsbreite

Munition für			Schlichtung der Geschoss-Verschläge	Erforderliche Magazinslänge für die Unterbringung von 100 Stück Geschossen	Schlichtung der Geschoss-Verschläge	Erforderliche Magazinslänge für die Unterbringung von 100 Stück Geschossen	Schlichtung der Geschoss-Verschläge	Erforderliche Magazinslänge für die Unterbringung von 100 Stück Geschossen
			3m		3·5m		4m	
			breite					
			m	m	m	m	m	m
8cm	M. 1875 Feld-	Kanone	In 3 Reihen, u. zw.: an einer Magazinswand eine Doppelreihe, an der anderen eine alleinstehende Reihe, dazwischen ein Gang. (Bei den 12cm Geschossverschlägen müssen sämmtliche Abstände zusammen, um 9cm kleiner gehalten werden, als die im Texte angegebenen unteren Grenzwerte)	0·11	In 3 Reihen, u. zw.: an einer Magazinswand eine Doppelreihe, an der anderen eine alleinstehende Reihe, dazwischen ein Gang	0·11	In 4 Reihen, u. zw.: längs jeder Magazinswand je eine Doppelreihe, dazwischen ein Mittelgang	0·08
9cm				0·14		0·14		0·10
12cm	M. 1880 Belagerungs- (Minimalscharten)			0·45		0·45		0·34
15cm				0·92		0·92		0·69
12cm	M. 1861			0·28		0·28		0·21
15cm				0·51		0·51		0·38
15cm	M. 1880 Belagerungs-Mörser, bezw. 15cm Haubitze			0·92		0·92		0·69
15cm	Vertheidigungs-Mörser			0·51		0·51		0·38

Diese Tabelle ist auf die längste Verschlag-Gattung (63cm) und auf die Annahmen gegründet, Magazinshöhe die Anwendung der aus Beilage 2 ersichtlichen maximalen Lagenanzahl gestattet, gelagert werden.

Bestimmter Breite, sowie zur rascheren Ermittlung der erforderlichen Magazinslänge unter Voraussetzung der Maximalschlichtung.

Geschoss-Magazine			
4·5*m*	5*m*	5·5*m*	5·75*m*	6*m*
Schlichtung der Geschoss-Verschläge				
m	Erforderliche Magazinslänge für die Unterbringung von 100 Stück Geschossen			
In 4 Reihen, u. zw.: längs jeder Wand je eine Doppelreihe, dazwischen ein Mittelgang				
0·38	0·69	0·38	0·21	0·69	0·31	0·10	0·08
Schlichtung der Geschoss-Verschläge				
m	Erforderliche Magazinslänge für die Unterbringung von 100 Stück Geschossen			
In 5 Reihen u. zw.: an einer Wand und in der Mitte je eine Doppelreihe, an der anderen Wand eine alleinstehende Reihe; zwischen den beiden Doppelreihen, dann zwischen der Doppelreihe in der Mitte und der alleinstehenden Reihe je ein Gang (Bei den 12*cm* Verschlägen müssen sämmtliche Abstände zusammen um 33*cm* kleiner gehalten werden als die im Texte angegebenen unteren Grenzwerte)				
0·31	0·56	0·31	0·17	0·56	0·27	0·08	0·07
Schlichtung der Geschoss-Verschläge				
m	Erforderliche Magazinslänge für die Unterbringung von 100 Stück Geschossen			
In 5 Reihen, u. zw.: längs einer Wand und in der Mitte je eine Doppelreihe, längs der anderen Wand eine alleinstehende Reihe; zwischen den beiden Doppelreihen, dann zwischen der Doppelreihe in der Mitte und der alleinstehenden Reihe je ein Gang				
0·31	0·56	0·31	0·17	0·56	0·27	0·08	0·07
Schlichtung der Geschoss-Verschläge				
m	Erforderliche Magazinslänge für die Unterbringung von 100 Stück Geschossen			
In 6 Reihen, u. zw.: an jeder Wand und in der Mitte je eine Doppelreihe, zwischen den letzteren je ein Gang. (Bei den 12*cm* Geschossverschlägen müssen sämmtliche Abstände zusammen, um 33*cm* kleiner gehalten werden, als die im Texte angegebenen unteren Grenzwerte)				
0·26	0·46	0·26	0·11	0·46	0·23	0·07	0·06
Schlichtung der Geschoss-Verschläge				
m	Erforderliche Magazinslänge für die Unterbringung von 100 Stück Geschossen			
In 6 Reihen, u. zw.: an jeder Wand und in der Mitte je eine Doppelreihe, zwischen den letzteren je ein Gang. (Bei den 12*cm* Geschossverschlägen müssen sämmtliche Abstände zusammen, um 8*cm* kleiner gehalten werden, als die im Texte angegebenen unteren Grenzwerte)				
0·26	0·46	0·26	0·14	0·46	0·23	0·07	0·06

dass vorzugsweise Hohlgeschoss- und Shrapnel-Verschläge zu berücksichtigen sein werden, dass die endlich dass in der Richtung der Magazinsbreite stets nur gleichartige Verschläge nebeneinander

Munition für

| Patronen | | Schlichtung der Gefäße | | |

Verschläge in 4 Reihen: an jeder Wand je eine Reihe, in der Mitte je eine Doppelreihe; 2 Gänge. Fässer in 3 Reihen: an jeder Wand und in der Mitte je eine Reihe; 2 Gänge. (Im Nothfalle in 4 Fassreihen: an jeder Wand je eine Doppelreihe; ebenso sind dann die Verschläge zu schlichten. Die bezügliche erforderliche Magazinslänge für 100 Patronen ist nebenstehend zwischen ( ) ersichtlich gemacht.															Schlichtung der Gefäße		
4·5m																m	Verschlägen / Fässern	Erforderliche Magazinslänge für die Unterbringung von 100 Stück Patronen in
·	·	·	0·10	0·10	·	·	·	·	·	0·32	0·12	0·19	0·07	0·09	0·06			
0·13 (0·10)	0·12 (0·09)	0·03 (0·03)	0·12 (0·09)	·	0·03 (0·03)	0·19 (0·15)	0·07 (0·05)	0·09 (0·07)	0·01 (0·03)	·	0·18 (0·14)	·	0·11 (0·08)	0·12 (0·09)	0·08 (0·06)			

Verschläge / Fässer in 4 Reihen: an jeder Wand je eine Reihe, in der Mitte eine Doppelreihe; 2 Gänge															Schlichtung der Gefäße		
5m																m	Verschlägen / Fässern	Erforderliche Magazinslänge für die Unterbringung von 100 Stück Patronen in
·	·	·	0·10	0·10	·	·	·	·	·	0·32	0·12	0·19	0·07	0·09	0·06			
0·10	0·09	0·03	0·09	·	0·03	0·15	0·05	0·07	0·03	·	0·14	·	0·08	0·09	0·06			

Verschläge in 6 Reihen: an jeder Wand und in der Mitte je eine Doppelreihe; 2 Gänge. (Bei M. 1880 Patronen-Verschlägen müssen sämmtliche Abstände zusammen, um 28cm kleiner gehalten werden, als die im Texte angegebenen unteren Grenzwerte.) Fässer in 4 Reihen: an jeder Wand je eine Reihe, in der Mitte eine Doppelreihe; 2 Gänge.															Schlichtung der Gefäße		
5·5m																m	Verschlägen / Fässern	Erforderliche Magazinslänge für die Unterbringung von 100 Stück Patronen in
·	·	·	0·07	0·07	·	·	·	·	·	0·21	0·08	0·13	0·05	0·06	0·01			
0·10	0·09	0·03	0·09	·	0·03	0·15	0·05	0·07	0·03	·	0·14	·	0·08	0·09	0·06			

Verschläge in 6 Reihen: an jeder Wand und in der Mitte je eine Doppelreihe; 2 Gänge. Fässer in 4 Reihen: an jeder Wand je eine Reihe, in der Mitte je eine Doppelreihe; 2 Gänge. (Im Nothfalle in 5 Fassreihen an einer Wand und in der Mitte je eine Doppelreihe, an der anderen Wand eine Reihe. Die dann erforderliche Magazinslänge für 100 Patronen ist nebenstehend zwischen ( ) ersichtlich gemacht.)															Schlichtung der Gefäße		
5·75m																m	Verschlägen / Fässern	Erforderliche Magazinslänge für die Unterbringung von 100 Stück Patronen in
·	·	·	0·07	0·07	·	·	..	·	·	0·21	0·08	0·13	0·05	0·06	0·04			
0·10 (0·08)	0·09 (0·08)	0·03 (0·02)	0·09 (0·08)	·	0·03 (0·02)	0·15 (0·12)	0·05 (0·04)	0·07 (0·05)	0·03 (0·03)	·	0·14 (0·11)	·	0·08 (0·07)	0·09 (0·07)	0·06 (0·05)			

Verschläge in 6 Reihen: an jeder Wand und in der Mitte je eine Doppelreihe; 2 Gänge. Fässer in 4 Reihen: an jeder Wand je eine Reihe, in der Mitte je eine Doppelreihe; 2 Gänge. (Im Nothfalle in 5 Fassreihen: an einer Wand und in der Mitte je eine Doppelreihe, an der anderen Wand eine Reihe. Die dann erforderliche Magazinslänge für 100 Patronen ist nebenstehend zwischen ( ) ersichtlich gemacht.)															Schlichtung der Gefäße		
6m																m	Verschlägen / Fässern	Erforderliche Magazinslänge für die Unterbringung von 100 Stück Patronen in
·	·	·	0·07	0·07	·	·	·	·	·	0·21	0·08	0·13	0·05	0·06	0·01			
0·10 (0·08)	0·09 (0·08)	0·03 (0·02)	0·09 (0·08)	·	0·03 (0·02)	0·15 (0·12)	0·05 (0·04)	0·07 (0·05)	0·03 (0·03)	·	0·14 (0·11)	·	0·08 (0·07)	0·09 (0·07)	0·06 (0·05)			

schlichtung gestattet und dass Patronen der sämmtlichen in der Beilage angeführten Geschütze derart die Gefäße der gleichen Gattung eingeschlichtet sind.

Bemessung der Munition.

Die Munitions-Dotation eines jeden Geschützes ist nicht von vorneherein bestimmt, sondern wird von Fall zu Fall festgesetzt.

Für Sperrforts, die gänzlich auf sich angewiesen sind, ließen sich folgende Zahlen empfehlen:

1.200	Schuss	für jedes	schwere Geschütz,
800	„	„ „	leichte „
200	„	„ „	Grabenvertheidigungs-Geschütz,
10.000	„	„ jede	Mitrailleuse,
600	Wurf	„ jeden	Mörser,
1.000	Patronen	„ „	Infanteristen.

Unter anderen Verhältnissen, z. B. für Lagerfestungen, dürften entsprechen:

600 bis 1.000 Schuss für jedes schwere Geschütz des Gürtels und der Geschützreserve,

400 bis 600 Schuss für jedes Geschütz des Noyaus und für jedes leichte Geschütz des Gürtels,

1.400 bis 1.600 Schuss per Geschütz für Schnellfeuer-Kanonen zur Bestreichung des Außenterrains,

300 bis 500 Schuss per Geschütz für Schnellfeuer-Kanonen als Grabengeschütze,

14.000 bis 16.000 Schuss für eine 8*mm* Mitrailleuse zur Bestreichung des Außenterrains,

4.000 bis 5.000 Schuss für eine 8*mm* Mitrailleuse zur Grabenbestreichung,

1.500 bis 2.000 Schuss für ein Repetiergewehr zur Bestreichung des Außenterrains (in Gewehrlafette, für jede Gewehrlafette).

Wenigstens 1.000 Schuss für ein zur Grabenbestreichung bestimmtes Repetiergewehr (in Gewehrlafette).

Die Auftheilung dieser Schusszahlen auf die verschiedenen Geschossgattungen richtet sich nach den besonderen Verhältnissen, wobei bemerkt wird, dass die zur Grabenflankierung bestimmten Geschütze nicht nur mit Kartätschen, sondern auch mit Hohlgeschossen auszurüsten sind, um auch gegen Deckungen, welche der Gegner beim Überschreiten des Grabens ausführt, oder welche sich durch die Geschosswirkungen ergeben haben, wirken zu können.

Der 24stündige Bedarf kann angenommen werden, mit höchstens:

200 Schuss für jede Schnellfeuer-Kanone,

100 Schuss für ein leichtes oder mittleres Geschütz (8*cm* bis 12*cm*).

80. Schuss, bezw. Wurf, für 15*cm* Kanonen und Haubitzen, dann für 18*cm* Kanonen.

50. Wurf für 21*cm* Mörser.

Bauliche Anordnung und besondere Vorsorgen.

Die Construction dieser Objecte wird hauptsächlich durch die eingangs angeführten, in ihrer Durchführung zum Theile widersprechenden zwei Forderungen: Sicherung gegen feindliche Einwirkung, und möglichste Conservierung der untergebrachten Munition, bestimmt.

In ersterer Beziehung haben diese Bauten den schwersten zu erwartenden Projectilen ausreichend zu widerstehen. In welcher Weise dies unmittelbar durch die Construction erzielt wird, ist im III. Theile dieses Abschnittes angegeben. Man wird aber zugleich auch den indirecten Schutz dadurch anstreben, dass man diese Magazine womöglich der Sicht von den in Betracht kommenden feindlichen Aufstellungen entzieht, nöthigenfalls maskiert. Ist durch eine derartige Anlage die planmäßige Beschießung des Objectes ausgeschlossen, so kann bei Bemessung der Constructionsstärken auch die wünschenswerte Ökonomie innerhalb der im erwähnten Capitel angegebenen Grenzen platzgreifen.

Eine besondere Vorsorge, die Conservierung des untergebrachten Materiales betreffend, bildet jene, welche auf die Abhaltung der Feuchtigkeit von den Magazinsräumen gerichtet ist.

Die hier auftretende Feuchtigkeit ist entweder:

1. Mauerfeuchtigkeit, die durch Ausscheiden von Wasser aus dem frischen, noch nicht vollständig abgebundenen Mauerwerke entsteht. Man begegnet ihr, wenn man die Einhüllung und Belegung erst nach erfolgtem Abbinden des Mauerwerkes durchführt, und das Abbinden durch reichlichen Luftzutritt, nöthigenfalls auch mit Benützung provisorischer Heizvorrichtungen (Coaksöfen), beschleunigt.

2. Aufsteigende Bodenfeuchtigkeit wird durch zweckmäßige Wahl des Bauplatzes und durch Isolierung des aufgehenden Mauerwerkes vom Fundamentmauerwerke vermieden. Diese Isolierung muss zusammenhängend sein, also die ganze vom Mauerwerke eingeschlossene Magazinsfläche umfassend.

Als Isolierschichten können angewendet werden: Asphalt-Isolierplatten (Asphaltfilz), oder Stampfasphalt. Ferner eine Composition, bestehend aus zwei Lagen Jute mit Holzcement, wie beim Holzcement-Dach gestrichen, u. zw. als erste Lage, Jute bester Qualität (Tarpaulin, pro m^2

ca. 25 kr.); als zweite Lage, Jute minderer Qualität (pro m^2 ca. 12 kr.); hiebei ist pro m^2 jeder Stofflage $1kg$ Holzcement (à ca. 10 kr.) zu rechnen. Endlich sind noch andere Isoliermaterialien im Handel erhältlich, und für ähnliche Fälle bewährt.

Bei den Fußböden lassen sich oberflächlich geglättete Cement-Lagen anbringen.

3. Die Feuchtigkeit infolge des durch das Mauerwerk (Gewölbe, Seitenmauern) einsickernden Wassers soll unmöglich gemacht werden, u. zw. durch solide Herstellung der Absattlungen und Abdeckungen, wasserdichte Herstellung der Seitenwände (zu welchen Zwecken die unter 2. angeführten Isoliermittel dienen können), ferner durch Herstellung des an der Mauer liegenden Theiles der Vorlage aus durchlässigem Materiale und Ableitung des Sickerwassers, eventuell Drainagen u. dgl.

4. Feuchtigkeit infolge des Condenswassers kommt sehr häufig vor; selbe entsteht, wenn bei niederer Temperatur der Mauerflächen im Inneren des Magazins, in dasselbe warme (feuchte) Luft eindringt, deren Wassergehalt sich an den kühlen Flächen condensiert, wonach das Wasser oft in ganz bedeutenden Mengen herabtropft oder herabrinnt.

Dieser Übelstand lässt sich durch zweckmäßig angelegte Lüftungsvorrichtungen, wenn auch nicht vollständig beseitigen, so doch sehr bedeutend abschwächen, wozu auch eine entsprechende Construction des den Innenraum umschließenden Mauerwerkes beitragen kann.

Zur möglichsten Trockenhaltung empfiehlt es sich, den eigentlichen Depotraum von allen Seiten mit Luftgängen zu umgeben, insbesondere an jenen Stellen, welche zum Schutze gegen Flachbahnfeuer Erdvorlagen erhalten müssen; meist wird letzteres an drei Seiten erfolgen, so dass in der Regel eine Lang- oder eine Schmalseite frei bleibt; in diese ist dann auch der Eingang zu verlegen.

Sollte die Situierung des Magazins eine allseitige Vorlage fordern, so ist der Eingang in der mindest ausgesetzten Seite anzulegen und entsprechend zu decken. Auch im ersteren Falle ist die Anordnung derart zu treffen, dass selbst bei offenen Thüren keine Sprengpartikel in die eigentlichen Depoträume einschlagen können.

Für die Lufterneuerung in den oben erwähnten Luftgängen, sowie in den Magazinsräumen, dienen ins Freie mündende Luftcanäle, nach aufwärts führende Schlote, dann in den Innenmauern, eventuell in der freien Wand, angeordnete Ventilationsöffnungen, oder auch sonstige Einrichtungen, deren Wahl und Anbringung sich nach den örtlichen

Verhältnissen richtet. Bezüglich der Handhabung dieser Ventilationsöffnungen, bezw. über die Durchführung der Ventilation, wurde das Nothwendige bei den Ventilations-Anlagen gesagt; dementsprechend sind die Öffnungen verschließbar einzurichten.

Die ins Freie führenden Öffnungen sind mit 12*mm* starken Stahlblechläden zu versehen; auch sind solche Thür- und Lichtöffnungen noch für das Verlegen mit Holz und Sandsäcken einzurichten. Luft- und Lichtöffnungen sollen überdies ein Drahtgitter, und dort, wo ein Einsteigen möglich ist, auch ein Eisengitter erhalten. Fenster sind zu verglasen.

Für künstliche Beleuchtung ist vorzusorgen. Diese erfolgt in der Regel durch, vom Gange und von den Luftgängen aus zugängliche Beleuchtungsnischen, welch letztere die Leuchtkörper aufnehmen, und gegen die Depoträume durch eine solide Verglasung abzuschließen sind.

Die Eingänge sind so zu bemessen, dass der maximale Zu- und Abtransport an Munition, mit Rücksicht auf die in Anwendung kommenden Transportmittel, in der für diese Arbeit verfügbaren Zeit (bei einer Beschießung ausgesetzten Magazinen, eventuell nur während den Nachtstunden) ohne Anstand erfolgen könne.

Bezüglich der Grundriss-Anordnung ist zu bemerken, dass der Innenraum möglichst frei und nicht durch vorspringende Pfeiler, welche die Ventilation und Beleuchtung des Innenraumes hemmen und dessen zweckmäßige Ausnützung behindern, unterbrochen sein soll.

Als Fußboden kann ein Asphalt-Estrich auf einer Beton-Unterlage Anwendung finden; bei günstigen Verhältnissen bezüglich der Trockenheit, auch ein Holzfußboden, eventuell auf einer Beton-Unterlage. Auch kann es sich empfehlen, einen Hohlboden, bezw. Ventilationscanäle unter dem Fußboden, anzuordnen, in welchen Fällen für eine Communication des Hohlraumes und der Canäle mit der Außenluft zu sorgen ist.

Bei Munitions-Magazinen ist in allen Fällen auf zweckmäßige Communication für den Zu- und Abtransport der Munition Rücksicht zu nehmen; demnach sind die isolierten Magazine womöglich an eine Straße oder Bahn zu verlegen und mit dieser in Verbindung zu setzen. Im besonderen wird man sich bei den Erwägungen in dieser Richtung, sowie bei Bemessung der Eingänge, immer den maximalen Umsatz pro Tag zu vergegenwärtigen haben.

Die Objects- (Haupt-) Munitions-Magazine und Ausgabs-Munitions-Magazine liegen meist in einem Complexe mit den sonstigen Casematten des Werkes.

Da den Vertheidigungs-Objecten die Munition in ausgefertigtem Zustande übergeben wird, so dass eigentliche Laborier-Arbeiten dort nur ausnahmsweise durchzuführen sein werden, so ist der Flächenraum dieser Magazine, ebenso wie jener der Intervall-Munitions-Magazine, nach Maßgabe der laborierten Munition zu ermitteln und sind die Manipulations-Räume auch dementsprechend anzunehmen. Bei der Situierung der Ausgabs-Magazine ist auf gute Verbindung zu den Munitions-Aufzügen zu achten; diese münden am besten in die Magazins-Vorräume.

Das erforderliche Flächenmaß der Munitions-Handmagazine ist in vorstehender Beilage 1 enthalten. Diese Magazine sind häufig mit den Unterständen in Verbindung, erhalten einfache, entsprechend geschosssichere Umschließungen, und meist keine besonderen künstlichen Vorkehrungen für Ventilation etc., da sie in der Regel nur kurze Zeit belegt sind.

Beispiele.

Tafel III. Fig. 7.

Tafel III, Fig. 7 zeigt das Beispiel eines freistehenden Intervall-Munitions-Magazins; dasselbe ist zur Aufnahme des dreitägigen Bedarfes für 30 Stück Belagerungsmörser M. 1880 (per Geschütz und Tag 60 Schuss, d. i. für 5.400 Schuss) berechnet; Geschosse und Patronen sind getrennt untergebracht.

Der an der rückwärtigen freien Langseite angeordnete Communicationsgang ist $1{\cdot}40m$ breit, um ganze Pulverfässer mittels der üblichen Tragen ($2{\cdot}23m$ lang, $0{\cdot}59m$ breit) befördern zu können.

Zur Unterbringung der Geschosse sind drei Räume, jeder für 1.800 Stück, bestimmt.

Die der Geschosszahl von 5.400 Stück entsprechenden Patronen größter Gattung werden in einem einzigen Raume untergebracht, hinter welchem ein Manipulationsraum von $11{\cdot}0m^2$ mit Rücksicht auf laborierte Munition, angeordnet ist.

In den „Constructions-Details“, Detail-Anordnungen, Blatt Nr. 1, sind Beispiele solcher Magazine enthalten, die sich leicht mit Rücksicht auf die zu erwartende Geschosswirkung, im Sinne des Vorgesagten, abändern lassen.

VI. Einrichtung offener Wälle.

Die Vertheidigung vom offenen Walle ist nach den im vorhergehenden Abschnitte aufgestellten Grundsätzen zulässig:

1. Für die Infanterie überhaupt.
2. Für alle Geschütze des Noyaus und der Zwischen-Batterien.

Dagegen werden die Nahkampf- (leichten) Geschütze in den Gürtelforts nur ausnahmsweise, u. zw. am ehesten bei Nahkampf-Stützpunkten, am offenen Walle verwendet.

Für solche leichte Nahkampf-Geschütze in den Gürtelforts ist unbedingt auf Geschütz-Unterstände (Hangars) Rücksicht zu nehmen, in welchen die Geschütze gewöhnlich stehen, und von wo aus die Kampfstellung möglichst rasch zu erreichen ist. Derlei Unterstände sind für die Geschütze der Noyau-Befestigungen, mit Rücksicht auf die zurückgezogene Lage, nicht unbedingt nothwendig. In den Zwischen-Batterien, deren Armierung für den dauernden Artilleriekampf bestimmt ist, wird man Geschütz-Unterstände überhaupt nicht anwenden.

Auf jeden Fall sind Unterstände für die Bedienungs-Mannschaft der Geschütze, dann für die Infanterie-Bereitschaft nothwendig; ebenso splitter-, oder shrapnelsichere Beobachtungsstände, dann geschossichere Munitions-Hand-Magazine.

Bezüglich der allgemeinen Anordnung der Wälle ist zu beachten, dass bei Werken, welche dem Gegner sichtbar sind, der Aufzug der Kammlinie möglichst nieder gehalten werden soll, soweit dies ohne Einschränkung der eigenen Waffenwirkung zu erreichen ist; dabei soll die Silhouette des Werkes, von vorne gesehen, stetig, nämlich ohne auffallende Absätze verlaufen; desgleichen vermeide man feindwärts alle unvermittelten Böschungsänderungen und Brechungen, vielmehr runde man Ecken und Kanten mit großen Halbmessern ab. In Farbe und Cultur soll sich das Werk möglichst wenig vom umgebenden Terrain abheben; durch entsprechende Anpflanzung auf der äußeren Brustwehrböschung und am Glacis wird die Deckung gegen Sicht (Maskierung) angestrebt.

Alle diese Maßnahmen bezwecken die Vermeidung markierter Zielpunkte, dann die Verringerung der Möglichkeit einer Schussbeobachtung seitens des Gegners.

Die Brustwehrstärke beträgt mit Rücksicht auf die Wirkung schwerer Flachbahngeschütze dort, wo eine planmäßige Beschießung möglich ist, 8·00*m*, sonst 6·00*m*, u. zw. an der Krone und horizontal in der Richtung der wirksamen feindlichen Schüsse gemessen; für Kehlbrustwehren genügt eine Stärke von 4 bis 5*m*.

Die Brustwehrhöhe bildet das Maß für die frontale Deckung gegen Flachbahnfeuer. Dieselbe soll wenigstens 2·20 bis 2·50*m* betragen.

Die äußere Brustwehrböschung wird unter 1 : 1 bis 1 : 2 gehalten, wobei Bermen zu vermeiden sind. Die innere Brustwehrböschung
Tafel IV. soll möglichst steil sein, und wird häufig in Mauerwerk ausgeführt, um
Fig. 1. das Verlegen der Geschütz-Aufstellungsräume und Infanterie-Bankette durch den Einsturz der Böschung hintanzuhalten.

Für die Aufstellung der Geschütze auf dem Walle, sowie für die Infanterie-Vertheidigung müssen daselbst die nothwendigen Aufstellungsräume und Einrichtungen vorhanden sein. Erstere wird man, insbesondere bei Forts, nach dem unumgänglich nothwendigen Erfordernisse bemessen, um die Ausdehnung des Werkes (sturmfreien Umzuges) möglichst klein zu erhalten.

Der für ein Geschütz erforderliche Aufstellungsraum[1]), richtet sich nach dessen Lafettierung und Bedienung, sowie nach den Bestreichungs- (Wendungs-) Winkeln. Zur Verringerung der Tiefe des Aufstellungsraumes wird man bestrebt sein, den Rücklauf des Geschützes durch Anordnung von Bremsvorrichtungen zu vermindern, wodurch auch eine Verbesserung der Deckungsverhältnisse erzielt wird. Die Bettung richtet sich nach den Erfordernissen des Geschützes. Statt der üblichen Holzbettungen wurden mancherseits betonierte Geschütz-Plateformen vorgeschlagen, welche jedenfalls dauerhafter und gegen Zerstörung durch auftreffende Geschosse widerstandsfähiger sind; hier sind jedoch Beschädigungen nicht so leicht wieder herzustellen, wie bei Holzbettungen.
Tafel IV. Die nebenbezeichnete Figur gibt eine bezügliche Skizze des Walles
Fig. 1. nach dem Vorschlage Welitschkos, für ein Geschütz in Verschwindungslafette mit beschränktem Rücklauf, 2·40*m* Schildzapfenhöhe und 90°, bezw. 120° Bestreichungswinkel.

Die Bankette für die Infanterie-Vertheidigung sollen 1·20*m* breit sein, obzwar grundsätzlich nur auf „eingliedrige“ Besetzung zu rechnen ist. Jene Breite soll es ermöglichen, dass Chargen hinter dem Gliede verkehren können.

Für Mitrailleusen in der Wall-Lafette beträgt die Bankett-Breite 2·00*m*.

Dort, wo die vorhandene Brustwehrhöhe der erforderlichen Sockenhöhe[1]) des Geschützes nicht entspricht, werden Plateformen und

---

[1]) Die hierher gehörigen Ausmaße sind in officiellen Normen enthalten, auf welche diesbezüglich verwiesen wird.

Scharten angelegt. Für Mitrailleusen in der Wall-Lafette und für Infanterie wird im allgemeinen das Maß von 1·30*m* als Überhöhung der Kammlinie über das Bankett entsprechen. Für besondere Fälle wird dieses Maß durch Construction ermittelt.

Scharten in Brustwehren verringern die Deckungshöhe der letzteren und beschränken die Wendbarkeit der die Scharte benützenden Geschütze; ferner können diese Scharten dem Gegner gute Zielpunkte abgeben. Man ist daher gezwungen, in jenen Fällen, wo die erwähnten Nachtheile ausschlaggebend sind, tief eingeschnittene Scharten zu vermeiden, was bei Erhaltung einer entsprechenden Deckungshöhe nur durch Anwendung hoher Lafettierungen für Flachbahn- und solche Geschütze, welche auf den directen Schuss angewiesen sind, zu erreichen ist. Seichte, ansteigende und in der Brustwehrkrone verlaufende Scharten können für Fernkampf-Geschütze ohneweiters zur Anwendung kommen. Die Neigung der Schartensohle ist hiebei nach der jeweilig einzunehmenden Geschütz-Elevation zu regulieren, was bei Voraussetzung des indirecten Schießens immer möglich sein wird.

Für Nahkampfgeschütze, welche gegen bewegliche Ziele rasch zu wirken haben, ist Übersicht und große Wendbarkeit, ebenso wie möglichste Deckung gegen das im Nahkampf dominierende Gewehrfeuer erforderlich; demnach soll einerseits Feuer über Bank, anderseits eine hohe Lafettierung angewendet werden; dagegen kommen als Vortheile einer niederen Lafettierung die leichtere Beweglichkeit und Bedienung des Geschützes in Betracht.

Um den Nachtheil der mangelhaften Deckung am offenen Walle noch weiter einzuschränken, wurde die Verwendung von sogenannten Verschwindungs-Lafetten ins Auge gefasst, welche es ermöglichen sollen, das Geschütz nur bei Abgabe des Schusses, bezw. auch noch während des Richtens, bloßzustellen, wogegen es nach dem Schusse selbstthätig in eine entsprechend gedeckte Lage gelangt.

In den nebenbezeichneten Figuren sind zwei im Princip verschiedene Constructionen solcher Verschwindungs-Lafetten dargestellt; erstere nach dem System Mougin, letztere nach dem Projecte des Obersten Borissow. Tafel IV. Fig. 2 u. 3.

Traversen bilden den Schutz gegen Schräg- und Enfilier-Feuer, und haben ferner den Zweck, die Wirkung von tief explodierenden Shrapnels und von Hohlgeschossen auf verhältnismäßig kurze Walltheile einzuschränken; sie nehmen endlich die erforderlichen Hohlbauten (Unterstände, Hangars, Munitions-Handmagazine) auf, sofern diese Anlagen nicht in die Brustwehre eingebaut werden. Die Höhe der Tra-

versen soll gleich jener der Kammlinie sein, oder letztere nur wenig überragen. Die Kronenbreite von Voll-Traversen (d. h. solcher ohne Einbauten) ist mit 4·00 bis 5·00*m* zu bemessen. Die Böschungen, der dem Schusse ausgesetzten Seitenflächen erhalten womöglich die Neigung 1 : 1½.

Wie schon in vorangehenden Abschnitten mehrfach erwähnt, ist für eine wirksame und gesicherte Infanterie-Vertheidigung, die Möglichkeit der einheitlichen Feuerleitung, dann des Auftretens der Abtheilungen in ihren taktischen Verbänden, unbedingtes Erfordernis; diesem soll demnach durch die Walleinrichtung entsprochen werden. Sowohl die Kampf-, als auch die Ruhestellungen werden in Ausdehnung und Größe womöglich nach den zur Verwendung gelangenden Unterabtheilungen bemessen. Unterstände und Bankette sind durch entsprechend breite oder zahlreiche und jedenfalls vor Zerstörung und Verlegung gesicherte Communicationen in Verbindung zu bringen.

Die Unterstände für die Bedienungsmannschaft der Geschütze sollen sich in, oder in der Nähe des Hangars, bezw. der Geschützaufstellung befinden. Pro Mann ist normal 0·60m^2, minimal 0·40m^2 Unterstands-Grundfläche zu rechnen.

Hangars werden nach den Ausmaßen der unterzustellenden Geschütze bemessen. Als Breite genügt für Geschütze M. 1861 in hölzernen Batterie-Lafetten 2·00*m*, für Geschütze M. 1880 in eisernen Batterie-Lafetten 2·50*m*. Die Länge muss für eine Kanone M. 1861, 4·50*m* für zwei Stück, 7·00*m* betragen; für Kanonen M. 1880 sind diese Maße um 1·00*m* zu vergrößern. Unterstände müssen sprengstücksichere Schubthore erhalten, während sonst Eingänge auch durch Traversenmauern gesichert werden können.

Splitter-, oder shrapnelsichere Beobachtungsstände werden am besten mit Zuhilfenahme von leichten Panzerschilden construiert. Die Beobachtungs-Öffnung wird in Gestalt einer Maulscharte angelegt.

Als Anlageorte empfehlen sich die ausspringenden Punkte des Walles, wenn selbe nicht für Geschützstellungen benützt werden; im letzteren Falle kann der Beobachtungsstand auf der Decke der Nachbar-Traverse angelegt und mit einer eisernen Leiter zugänglich gemacht werden.

Bei Brustwehr-Höhen von mehr als 1·3*m* sollen übrigens bei allen Geschützständen, wenn auch vollkommen offene, Beobachtungs-Standplätze nächst der Geschützbank geschaffen werden.

Nachfolgend einige Beispiele:

Fig. 4 stellt einen Traversen-Einbau dar, in dessen vorderem Theile sich das Munitions-Handmagazin, im übrigen der Raum zum Unterstellen von zwei Geschützen, dann der Bedienungsmannschaft befindet. Soll dieser Einbau nur den Unterstand für etwa 25 Mann ($^1/_2$ Zug) enthalten, so wird er kürzer und kann von der Brustwehr zurückgezogen werden, da dann die Eingangsrampe durch Stufen zu ersetzen ist. Hiedurch wird es möglich, das Infanterie-Bankett vor dem Traversenkopfe herumzuführen. Die Infanterie-Aufstellung am Walle wird durch die Traverse in diesem Falle nicht unterbrochen. Bei solchen Anordnungen soll die Brustwehrstärke vor der Infanteriestellung an der schwächsten Stelle noch $5{\cdot}00m$ betragen. Tafel IV. Fig. 4, Fig. 5.

In Fig. 6 ist eine Traverse, enthaltend den Stiegenaufgang von unter dem Walle befindlichen Bereitschafträumen, dargestellt. Fig. 6.

An enfilierten Linien ist man gezwungen, das Mauerwerk des Traversen-Einbaues auf der dem Schusse ausgesetzten Seite durch eine entsprechende Erdvorlage zu decken, in welchem Falle die aus Fig. 7 ersichtliche Anordnung eines einfachen Unterstandes (Hangars) mit Munitions-Handmagazin folgt. Fig. 7.

Die Fig. 8 zeigt eine Wallanordnung für leichte Geschütze an den stark enfilierten Flanken der Werke. Die Traverse enthält den Hangar für die Geschütze, nebst der Stiegenanlage, welche die Verbindung mit den unter dem Walle befindlichen Räumen herstellt. Eine ähnliche Anordnung, jedoch für die Facen, zeigt die Fig. 9. Fig. 8. Fig. 9.

Im übrigen wird auf die Beispiele des ersten Bandes hingewiesen, in welchem auf Taf. VI—X verschiedene Wall-Einrichtungen, mit und ohne Traversierung, durchgeführt sind.

Bei Walleinrichtungen ohne Traversen müssen die Unterstände etc. in die Brustwehren selbst eingebaut werden; sodann sind für die Ausgänge derselben Unterbrechungen der Kampfstellung (des Bankettes) nothwendig, die aber durch Stege überbrückt werden können. Wo der Wall nur eine geringe Tiefe besitzt, wie bei Infanterie-Stellungen, wird man gewöhnlich zu dieser Anordnung greifen; wo aber durch die erforderlichen Geschützpritschen an und für sich eine größere Walltiefe bedingt wird, empfiehlt sich die Anlage von Traversen und das Verlegen aller Unterstände, Hangars etc. in diese.

Selbstverständlich wird letztere Anordnung auch stets bei enfilierten Linien durchgeführt werden.

VII. Fortificatorische Wasserbauwerke.

A. Wasserwerke.

Zur Erhöhung des Widerstandsvermögens von Befestigungen können vorhandene fließende Gewässer durch künstliche Anlagen ausgenützt werden. Dies geschieht, indem mittels letzterer die Gräben der Befestigung, oder einzelne Terraintheile (Inundations-Kessel), überschwemmt und so sturmfreie Hindernisse geschaffen werden. In dieser Beziehung wird eine minimale Wassertiefe von 1·80*m*, bei der geringsten Breite von 10*m*, noch als ausreichend angesehen.

Die Vorbedingungen für derlei Werke müssen durch die Niveau-Verhältnisse des Gewässers und des zu inundierenden Gebietes, sowie durch sonstige örtliche Umstände gegeben sein. Von diesen hängt auch die technische Lösung ab; hiebei sind jedoch die taktischen Forderungen rücksichtlich der eigenen Bewegungsfreiheit wohl zu beachten, nachdem hier die geschaffenen Hindernisse diese Bewegungsfreiheit, sowie die Offensive des Vertheidigers, beschränken können.

Die technische Ausführung der in Rede stehenden Werke fällt in das Gebiet des Wasserbaues. Hier soll daher bezüglich der einzelnen Objecte nur das erwähnt werden, was vom fortificatorischen Standpunkte zu bemerken ist, dann, was in technischer Beziehung hier besonders hervorzuheben angezeigt erscheint.

Im allgemeinen sind Anlagen nothwendig, einerseits um in den auszunützenden Gewässern die erforderliche Wasserhöhe durch Austau herzustellen, wodurch nach Bedarf die Gräben oder das Terrain (die Inundations-Kessel) auf die nothwendige Höhe zu überschwemmen sind; anderseits, um das Wasser aus den inundierten Gebieten wieder vollständig ablassen zu können. Entsprechend der letzteren Forderung, soll die Sohle der Inundationskessel womöglich höher liegen als der mittlere Wasserstand des Gewässers.

Tafel IV.

Fig. 10. Diese Anlagen sind aus dem Beispiele auf Tafel IV zu ersehen. Für die Anstauung des Gewässers dient die Rückschwellschleuse (oder ein bewegliches Wehr) *R*; für das Einleiten und Ablassen des Wassers in die Gräben (Inundations-Kessel), dann aus denselben, die Einlass- und Ablass-Schleusen *E* und *A*. Sind mehrere solcher Schleusen vereinigt, wodurch, je nach der Schleusenstellung, der eine oder der andere Zweck erreicht werden kann, so nennt man solche Schleusen-Complexe, Manövrier-Schleusen.

Die Verbindung wird durch Canäle (Zufluss- und Abflusscanäle) bezw. Gräben vermittelt.

Zur Trennung von trocken zu haltenden Gräben, von solchen, welche inundiert werden —, oder aber zur Trennung letzterer, um sie entweder unabhängig von einander anfüllen, und entleeren, oder auf verschiedene Höhen gefüllt erhalten zu können —, dienen Querdämme (Batardeaux), die entweder bloß zur Absperrung bestimmt sind, oder auch mit Schleusen versehen werden.

Endlich werden zur Begrenzung von Inundationsgebieten, sowie zur Einfassung des Flussbettes öfter Dämme nothwendig.

Die Lage der Rückschwellschleuse ist durch die Rücksicht auf deren möglichste Deckung gegen feindliche Einwirkung bedingt. Ihre Construction ist entweder als Freiarche, mit festen Pfeilern, jedoch beweglichen Schützen, oder Einlegbalken, oder als vollkommen bewegliches Wehr durchführbar.

Im ersten Falle werden die Pfeilerabstände mit etwa 5·00*m* Lichte gewählt; größere Öffnungen benöthigen bei einiger Wassertiefe schon bedeutende Stärken der Einlegbalken, was die Handhabung erschweren würde; kleinere sind aber der Eisschoppungen wegen bedenklich. Die Pfeilerdicke wird in Mauerwerk beiläufig mit $^2/_3$ der Pfeilerhöhe, wenigstens jedoch mit 1·60 bis 1·90*m* angenommen. Die Normalbreite des Flusses soll durch die Pfeiler nicht wesentlich beeinträchtigt werden. Die Pfeilerlänge wird, wenn nicht andere Rücksichten ein größeres Maß verlangen, beiläufig gleich der Pfeilerhöhe gewählt. An die Landpfeiler schließen sich flussauf- und abwärts Ufermauern an, die den Übergang vom Normalprofil des Flusses auf das Schleusenprofil vermitteln.

Für das Einlegen der Balken sind in den Pfeilern Coulissen ausgespart, u. zw. gewöhnlich drei Reihen. In die beiden oberen, im Abstande von etwa 2·00*m* von einander befindlichen Reihen werden für den Anstau die Balken eingelegt; der Zwischenraum wird nach Art eines Fangdammes abgedichtet. Die dritte, stromabwärts angebrachte Coulissenreihe dient als Reserve.

Für die Manipulation wird eine Schleusenbrücke (Steg) angeordnet. In manchen Fällen dienen die Pfeiler gleichzeitig zur Überführung einer Verkehrsbrücke, die dann auch für die Schleusenhandhabung dient.

Der Flussgrund zwischen den Pfeilern, sowie oberhalb und unterhalb derselben, ist gegen die Angriffe des Wassers entsprechend zu versichern[1]).

---

[1]) Beispiele: Siehe „Constructions-Details". Detail-Anordnungen, Blatt 23 u. d. 24

Statt Pfeiler aus Mauerwerk können auch eiserne Pfeiler (Joche) zur Anwendung kommen.

An beweglichen Wehren gibt es zahlreiche und auch vielfach angewendete Systeme. Diese Wehren haben den Vortheil, dass sie bis zu ihrer Benützung den Wasserstand und die Flussverhältnisse überhaupt nicht beeinträchtigen, was insbesondere bei Eisgang und für die ungehinderte Abfuhr der Hochwässer wesentlich ist. Solche Anlagen sind jedoch complicierter, daher schwer zu bedienen und zu erhalten.

Zuweilen wird die ganze Schleusenanlage geschossicher überdeckt, was aber wohl nur bei kleinem Umfange derselben möglich ist. Sonst wird man sich begnügen, selbe durch ihre Lage möglichst zu schützen.

Einlass- und Ablass-Schleusen sind entweder durch Einlegbalken, oder durch Schützen-, oder Zugthore schließbar eingerichtet.

Für größere Wassertiefen werden auch getheilte Schützen und statt hölzerner, auch eiserne Schützen angewendet.

Auf eine entsprechende Versicherung des Grundes nächst der Schütze durch eine Vor- und Nachbettung ist auch hier zu achten. Gewöhnlich werden diese Schleusen in einen geschossicheren Bau verlegt[1]).

Die Canäle und Gräben müssen ein Profil erhalten, welches der Menge des bei dem gegebenen Gefälle abzuführenden Wassers entspricht. Bei größerer Wassergeschwindigkeit ist auf die Versicherung der Sohle und Wände dieser Gerinne entsprechende Sorgfalt zu verwenden.

Zur Bestimmung der mittleren Geschwindigkeit v des Wassers in Canälen und Flüssen und darnach auch der durchfließenden Wassermenge diene die folgende Formel von Ganguillet und Kutter:

$$v = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0{\cdot}00155}{J}}{1 + \left(23 + \frac{0{\cdot}00155}{J}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}} \cdot \sqrt{RJ}.$$

Es bedeutet: $J = \frac{h}{l}$ das relative Gefälle (h das Gesammtgefälle, l die Gesammtlänge in der betrachteten Strecke mit gleichen Flussverhältnissen);

$R = \frac{\text{Profilfläche}}{\text{benetzten Umfang}}$, den hydraulischen Radius;

---

[1]) Beispiele: Siehe „Constructions-Details", Detail-Anordnungen, Blatt 23 und 24.

n den sogenannten Rauhigkeits-Coëfficienten. Dieser ist:

für Gerinne aus gehobeltem Holz oder Cementputz . . $n = 0{\cdot}010$
„ Canäle aus Brettern . . . . . $n = 0{\cdot}012$
„ „ „ behauenen Quadern oder Klinkern . . $n = 0{\cdot}013$
„ „ mit Fassung aus Bruchsteinen . . . . . $n = 0{\cdot}017$
„ „ in Erde, sowie für Bäche und Flüsse . . . $n = 0{\cdot}025$
„ Wässer mit gröberen Geschieben und Pflanzenwuchs . $n = 0{\cdot}030$

Hiernach können nach bestimmten Leistungen die Profile, bezw. Gefälle festgestellt werden; anderseits ist je nach der resultierenden Geschwindigkeit des Wassers die anzuwendende Versicherung der Wände des Gerinnes zu ermessen. Als maßgebendster Factor wird die Zeit in Betracht zu ziehen sein, innerhalb welcher die Inundierung, bezw. Entleerung, zu erfolgen haben wird.

Querdämme, Batardeaux, sind quer über den Graben der Festungswerke geführte, gemauerte Dämme, um die Wasserfläche an den gewünschten Stellen abzugrenzen. Selbe sollen vom Werke aus gut bestrichen und vor feindlicher Beschießung möglichst geschützt sein. Ihre Construction wird einerseits nach statischen Rücksichten (nach dem Wasserdrucke), anderseits nach derjenigen Geschosswirkung bestimmt, welcher selbe ausgesetzt sein können.

Schleusen-Batardeaux erhalten mit Schützen oder Einlegebalken abschließbare Durchlass-Öffnungen, zu denen man, um selbe bedienen zu können, durch eine Gallerie vom Werke aus gelangt.

Zuweilen wird über den Querdamm eine offene Wegverbindung aus dem Inneren nach dem gedeckten Wege angeordnet, von der dann bei Schleusen-Batardeaux auch die Bedienung der Schleuse erfolgen kann.

Batardeaux können auch mit Vertheidigungseinrichtungen, so zur Flankierung der Gräben, versehen werden.

Die obere Begrenzung der Batardeaux wird zumeist durch einen scharfen Grat mit steil abfallenden Seitenflächen gebildet. Zur gänzlichen Verhinderung des Betretens der Abdeckung werden auf den Grat noch eiserne Spitzen aufgesetzt, oder es wird in der Längenmitte des Batardeaux ein 2·50 bis $3m$ hohes, spitz überdachtes, kegelförmiges Thürmchen (Reiter), massiv in Mauerwerk, aufgeführt; dessen Kegelfläche wird derart bestimmt, dass zu letzterer die Seitenebenen des Batardeaux Tangentenebenen bilden.

Dämme werden sowohl längs der Ufer des, für die Anlage der vorbeschriebenen Wasserbauwerke meist zu regulierenden Flusses, als

auch zur Begrenzung der künstlichen Inundation, dann über diese, behufs Überführung von Straßen und Bahnen nothwendig.

In allen diesen Fällen ist die kräftige Bestreichung der ganzen Länge nach, nicht nur der Krone, sondern auch der Seitenböschungen, anzustreben. Die über das Inundationsgebiet führenden Communicationen sind überdies für eine ausgiebige Unterbrechung vorzurichten.

Der Flusslauf selbst soll auf wirksamen Geschützertrag von den Befestigungen aus vollkommen beherrscht werden, um auf diesem Wege stattfindende feindliche Unternehmungen gegen die Anlagen verhindern zu können.

Inundations-Kessel sind natürliche Vertiefungen, welche theils durch die Hänge des Terrains, theils durch Dämme begrenzt werden. Ihre Sohle ist derart zu regulieren, dass beim Ablassen des Inundationswassers keine Tümpel zurückbleiben. Hiezu werden unter Umständen Ablassgräben (Cunetten) erforderlich, welche das Wasser von der tiefsten Stelle des Kessels gegen die Ablass-, bezw. Manövrier-Schleuse führen.

Im Winter kann die Wirksamkeit der beschriebenen Wasserbauwerke durch die Eisbildung erschwert, ja selbst ganz behindert werden.

B. Entwässerungs-Anlagen.

Der geregelten Ableitung der Niederschlagwässer muss, um die nachtheilige Einwirkung der letzteren auf die Werke zu verhüten, ausreichende Aufmerksamkeit zugewendet werden.

Die Auffallflächen erhalten eine entsprechende Neigung gegen Abzugrinnen (Rigols), welche das Wasser zu den Einfall-Schächten führen. Durch diese gelangt dasselbe in Canäle zur unterirdischen Ableitung nach außen. Bei Werken, welche von entsprechend tief gelegenen Gräben umschlossen sind, wird die Ableitung des Niederschlagwassers zuerst in diese und von hier, womöglich an der Kehlseite, nach tiefer gelegenen Terraintheilen erfolgen. Hiebei trachte man bestehende Wasserläufe zu erreichen.

Hof- und sonstige, von Haus aus nicht stärker geneigte Flächen erhalten eine Neigung innerhalb der Grenzen $^1/_{12}$ bis $^1/_{40}$ (8 bis 2·5%) gegen die Rigols. Diese, sowie alle Ableitungsgräben sollen ein Sohlgefälle von mindestens $^1/_{100}$ (1%) haben.

Canäle werden mit ihrer Oberfläche wenigstens 0·70*m* unter die Erdoberfläche gelegt, um sie gegen die Einwirkung des Frostes zu

sichern. Selbe sollen behufs Reinigung und Ausbesserung entweder von Tag aus leicht zugänglich (abdeckbar), oder schliefbar sein; im letzteren Falle können die erwähnten Arbeiten von Innen aus bewirkt werden. Für schliefbare Canäle ist die geringste lichte Breite von etwa 0·60*m* und die Höhe von etwa 1·00*m* zu wählen. Mit Rücksicht auf die Bewegung des Wassers in Canälen ist für diese das Ei-Profil das entsprechendste.

Das Gefälle kann bei größerer Canalbreite kleiner sein, als bei geringerer Breite. Im allgemeinen wird für die Breite von *b cm* ein Gefälle von: $\frac{1}{3b + 40}$, entsprechen. Die Durchflussgeschwindigkeit von beiläufig 1·00*m* ist mit Rücksicht auf die Erhaltung der Canäle am zweckmäßigsten.

Die schon früher angegebene Formel von Ganguillet und Kutter gestattet bei einem angenommenen Profile und Gefälle eines Canales die Wassergeschwindigkeit bei bestimmter Füllung des Profiles, und daraus auch jene Wassermenge zu berechnen, welche der Canal abzuführen vermag. Diese Wassermenge soll übereinstimmen mit der dem Canale zugeführten maximalen Niederschlagmenge. Letztere wird nach dem Ausmaße jener Auffangfläche, von welcher das Wasser dem Canale zulauft, und nach der größten — in unseren Klimaten mit 40 bis 50*mm* pro Stunde anzunehmenden — Regenhöhe bestimmt.

Nebencanäle können sehr geringe Querschnitte erhalten, und selbst aus Röhren (Steinzeug, Cement, Gusseisen, Asphalt u. dgl.) hergestellt werden.

Einfallschächte werden nach Bedarf (etwa in Entfernungen von 20 bis 30*m*), für schliefbare Canäle mit 60/60*m* Lichte, angelegt. Deren Abdeckung erfolgt mit entsprechend starken Eisengittern in steinernen oder eisernen Kränzen. Auch dort, wo auf längere Strecken keine Einfallschächte nothwendig sind, werden in entsprechenden Entfernungen (etwa 50*m*) Einsteigschächte mit den oben angegebenen Ausmaßen, dann für Canäle mit kleinerem Querschnitte, Putzschächte angelegt.

Zur Ansammlung von Sinkstoffen, ordnet man häufig an der Canalsohle von Strecke zu Strecke Schlammkästen an. Selbe werden am zweckmäßigsten unter Einfallschächte (Putzschächte) gelegt, um von diesen aus leicht die Reinigung vornehmen zu können.

Bei der Einmündung von Wasserablauf-Canälen in Unrathcanäle, werden erstere mit Geruchsperren versehen.

Die Ausführung von Canälen größeren Profiles erfolgt gegenwärtig fast allgemein in Beton.

Gestatten die örtlichen Verhältnisse die Anlage von Canälen nicht, und ist auch die oberirdische Abfuhr des Wassers nach außen unthunlich, so können für die Aufnahme des Niederschlagwassers Sickergruben (Sickerbrunnen) angelegt werden. Selbe werden jedoch nur dort entsprechen, wo in nicht allzu großer Tiefe eine Wasser aufnehmende Bodenschichte vorhanden ist, bis zu welcher die Sickergrube geführt wird.

Bei stark durchlässigen Bodengattungen werden besondere Entwässerungs-Anlagen entbehrlich.

II. Abschnitt.

Panzer.

Zweck und Untertheilung.

Panzerungen haben den Zweck, durch Anwendung von möglichst widerstandsfähigen und dabei dennoch compendiösen Materialien, wie Eisen (Stahl), besonders kräftige Deckungen gegen die Geschosswirkung zu bieten.

Sie werden entweder selbständig als Panzerthürme und Panzer-Casematten, oder nur zur Verstärkung von Mauerwerk-Constructionen, als Panzerschilde, verwendet.

Die Panzerthürme werden zumeist drehbar [1]) gemacht und bieten sodann den großen Vortheil eines 360°igen Schussfeldes, bei Beibehalt von engen Scharten. Die Panzer-Casematten sind fix, und besitzen, ähnlich wie andere Vertheidigungs-Casematten, nur 60 bis 80°ige Schussfelder, weshalb dieselben meist dort Verwendung finden, wo man auf eine größere Schussfreiheit verzichten kann; dagegen haben Panzer-Casematten, infolge ihrer fixen Anordnung, den Vortheil einer solideren und auch billigeren Construction.

Die Panzerschilde bei Casematten-Stirnen, dann die zu dieser Gattung gehörenden Schartenpanzer, haben den Zweck, die dem feindlichen Schusse am meisten ausgesetzten Theile von Casematten widerstandsfähiger zu machen und dabei die Construction von Minimal-scharten zu erleichtern, welche in den bedeutend schwächer dimensionierten Panzerwänden erheblich geringere Treff- und Sichtflächen, als Mauerwerkscharten aufweisen.

Bevor zur Besprechung der oben erwähnten Haupttypen von Panzerungen übergegangen werden kann, muss noch einiges über die

---

[1]) Oberstlieutenant Schumann hat seinerzeit auch panzerthurmähnliche, aber fixe Kuppeln, an Stelle von Grabenkoffern, in Vorschlag gebracht.

Widerstandsfähigkeit der gebräuchlichsten Panzer-Materialien vorausgeschickt werden; bezüglich der Erzeugung, des Charakters und der Anwendbarkeit dieser Materialien ist eine kurze Beschreibung im Anhange gegeben.

Widerstandsfähigkeit der Panzer.

Als Panzer-Materialien kommen derzeit die folgenden Eisen- und Stahlgattungen oder auch Compositionen in Verwendung:

1. das Schweißeisen,
2. das Flusseisen,
3. der Stahl und die Stahllegierungen, wie z. B. Nickel-Stahl,
4. das Compound-Material,
5. der Stahl mit Oberflächen-Härtung (Harvey-Platten),
6. der Hartguss.

Von diesen bilden Schweiß- und Flusseisen die Gruppe der weichen und zähen Panzer-Materialien, während der Hartguss, und die Harvey-Platten äußerlich ein hartes Material darstellen. Der Stahl neigt sich, je nach seiner größeren oder geringeren Härte, mehr der einen oder der anderen Gattung zu und steht sonach, ähnlich wie Compound, zwischen den anderen Gruppen.

Das Verhalten dieser zwei Hauptgattungen von Panzer-Materialien, der weichen und der harten, bei der Beschießung ist nun gänzlich verschieden.

Während die Wirkung senkrecht auftreffender Geschosse auf weiche Panzergattungen örtlich ist, sich durch Aufbeulen, Ein- oder Durchdringen, jedoch nur in geringem Grade durch Risse oder Sprünge äußert: dringen die Geschosse in harte Panzer zwar nur wenig oder gar nicht ein, äußern aber ihre Wirkung umsomehr durch Erschütterung der gesammten Panzermasse, durch Rissebildungen und Abtrennungen, oder auch durch Zertrümmern des ganzen Panzers. Bei dem einen wird also die Auftreff-Energie des Geschosses beim Eindringen in das verhältnismäßig weiche aber zähe Materiale nach und nach aufgezehrt, wobei sich ein ähnlicher Process abspielen muss, wie beim Durchdringen anderer Körper, wie z. B. Holz; während bei den anderen, welche infolge ihrer Härte ein tiefes Eindringen nicht gestatten, die Auftreff-Energie zum Zertrümmern oder Zerreißen des Panzers — oft aber auch des Geschosses selbst — verbraucht wird.

Naturgemäß wird auch beim Eindringen der Geschosse in weiche Panzer nicht die Gesammt-Auftreff-Energie zum Nutzeffect verwendet,

sondern geht theilweise in Nebenarbeiten, wie Erwärmen und Deformieren des Geschosses etc., auf, wie dies im allgemeinen schon im Capitel „Geschosswirkung“ erörtert wurde. Dennoch lassen sich für die Widerstandsfähigkeit weicher Panzer-Materialien, auf Grundlage von Versuchen und theoretischen Erwägungen, ziemlich brauchbare Gesetze aufstellen, während dies mit Bezug auf harte Panzerungen nicht gut durchführbar erscheint.

1. Schweißeisen.

Die meisten der üblichen Formeln zur Berechnung der Widerstandsfähigkeit von Schweißeisen-Panzern betrachten die Plattendicke, welche eben noch von einem bestimmten Geschosse durchgeschlagen wird, als Function von „specifischen Energien“, d. h. der auf die Längen-, Flächen- oder Volums-Einheit reducierten Auftreff-Energie des Geschosses. Hiebei ergeben sich als natürliche Bezugsgrößen der Umfang, Flächeninhalt, Rauminhalt der mit dem Caliber erzeugbaren Gebilde: Kreis (Umfang des größten Geschoss-Querschnittes), Kreisfläche (Fläche des größten Geschoss-Querschnittes) und Kugel (mit dem Durchmesser gleich dem Caliber).

Die üblichen specifischen Energien sind sonach:

1. die specifische Umfangs-Energie: $E_u^{(s)} = \frac{E}{D\pi}$

2. die specifische Querschnitts-Energie: $E_q^{(s)} = \frac{E}{{}^1/_4 D^2 \pi}$

3. die specifische Volums-Energie: $E_v^{(s)} = \frac{E}{{}^1/_6 D^3 \pi}$

Zur ersten Gruppe, welche die Umfangs-Energie zur Basis nehmen, gehören folgende Formeln:

a) Formeln der englischen Marine[1]):

$$E_u^{(s)} = 56{\cdot}33 \times \sigma_0^{1{\cdot}615} \text{ bei } \sigma_0 \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} \begin{matrix} 10cm \\ 25cm \end{matrix}$$

$$E_u^{(s)} = 15{\cdot}72 \times \sigma_0^{2{\cdot}035} \text{ bei } \sigma_0 \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} \begin{matrix} 25cm \\ 50cm \end{matrix}$$

b) Formel von Bienaimé: $E_u^{(s)} = 51{\cdot}5 \times \sigma_0^{1{\cdot}72}$

c) Formel von Hélie: $E_u^{(s)} = 165{\cdot}35 \times \sigma_0^{1{\cdot}4}$ bei $\sigma_0 \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} \begin{matrix} 15cm \\ 44cm \end{matrix}$

---

[1]) σ_0 = Durchschlagsdicke in *cm*.
$E_u^{(s)}$, $E_q^{(s)}$, $E_v^{(s)}$ = specifische Umfangs-, Querschnitts-, Volums-Energie in *kgm*.
D = Caliber in *cm*.

d) Formel der Versuchs-Commission zu Gâvre:

$$E_u^{(s)} = 207{\cdot}5 \times \sigma_0^{\frac{4}{3}}$$

e) Formel der Versuchs-Commission von Spezia:

$$E_u^{(s)} = 34{\cdot}98 \times \sigma_0^{1{\cdot}868} \text{ bei } \sigma_0 \begin{matrix} > 30cm \\ < 55cm \end{matrix}$$

f) Formel von Rognetta: $E_u^{(s)} = 39{\cdot}178 \times \sigma_0^{1{\cdot}7876}$.

Zur zweiten Gruppe, welche sich auf die Querschnitts-Energie gründen, gehören:

a) die ältere Formel von Martin de Brettes:

$$E_q^{(s)} = 73\ \sigma_0 + 17\ .\ \frac{\sigma_0^{\ 2}}{D}$$

b) die ältere Formel von Krupp:

$$E_q^{(s)} = 100\ \sigma_0 \left(\frac{\sigma_0}{D}\right)^{\frac{1}{2}}.$$

Zur dritten Gruppe endlich, welche auf die Volums-Energie aufgebaut sind, gehören:

a) die neuere Formel von Martin de Brettes:

$$E_v^{(s)} = 110 \left(\frac{\sigma_0}{D}\right) + 40 \left(\frac{\sigma_0}{D}\right)^2$$

b) die Formel von Madsen und Inglis:

$$E_v^{(s)} = 31{\cdot}2 \left(\frac{\sigma_0}{D}\right) + 78 \left(\frac{\sigma_0}{D}\right)^2$$

c) die neueste Formel von Krupp:

$$E_v^{(s)} = 114 \left(\frac{\sigma_0}{D}\right) + 36 \left(\frac{\sigma_0}{D}\right)^2.$$

Wenn auch allen diesen Formeln für bestimmte Fälle, also für eine bestimmte Geschoss-Construction und ein gewisses Panzermaterial, welches eben bei den grundlegenden Versuchen vorhanden war, ein ziemlicher Grad von Verlässlichkeit nicht abzusprechen ist, so sind dieselben zur Anwendung in anderen Fällen, also bei geänderten Umständen, wohl nur dann als brauchbar anzusehen, wenn die Zusammensetzung ihrer Constanten klargelegt ist, damit diese den anzupassenden Umständen entsprechend abgeändert werden können; ferner wenn diese Formeln ihrer ganzen Gliederung nach rationell aufgebaut sind, also den Widerstandsgesetzen, wie selbe sich aus der Natur des Vorganges entwickeln lassen, nicht widersprechen.

In dieser Hinsicht hat der k. und k. Oberst Ritter von Wuich Untersuchungen durchgeführt, aus welchen hervorgeht, dass von all den angeführten Formeln jene von Martin de Brettes, dann die Krupp'schen,

sowohl der Zusammensetzung ihrer Constanten als der gewählten Form nach, am besten entsprechen [1]).

Der allgemeine Gang dieser Untersuchungen sei im Nachfolgenden auszugsweise angedeutet.

Ist $\mathfrak{A}_w$ die gesammte Widerstandsarbeit beim „Durchdringen“ einer Platte, σ_0 deren Stärke, W der Widerstand in einer bestimmten Position des Geschosses, P dessen Gewicht, V die Auftreffgeschwindigkeit und E die Auftreff-Energie desselben, so ist bei vorausgesetztem Gleichgewichtsverhältnis zwischen Energie und Widerstandsarbeit:

$$\mathfrak{A}_w = \int_o^{\sigma_0} W dx = \frac{P}{2g} V^2 = E \quad \ldots\ldots (1).$$

Nach der auf Seite 4 angestellten Untersuchung über den Widerstand des Eisens gegen das Eindringen von Geschossen lässt sich derselbe am besten, bei Berücksichtigung des „Umfangs-“ und „Querschnitts“-Widerstandes in der Form

$$W = a \,.\, 2R\pi \,.\, w_u + b \,.\, R^2\pi \,.\, w_q \quad \ldots\ldots (2)$$

darstellen, wobei $2R = D$ den Geschoss-Caliber bedeutet.

Setzt man diesen Ausdruck für W in die Formel (1) ein, so resultiert:

$$E = \mathfrak{A}_w = a \,.\, 2R\pi \int_o^{\sigma_0} w_u dx + b R^2 \pi \int_o^{\sigma_0} w_q dx = \frac{P}{2g} V^2 \quad \ldots\ldots (3),$$

oder allgemein, wenn

$$2R\pi \int_o^{\sigma_0} w_u dx = \mathfrak{A}_w^{(u)} \text{ (Umfangs-Widerstandsarbeit)} \quad \ldots\ldots (4)$$

$$R^2\pi \int_o^{\sigma_0} w_q dx = \mathfrak{A}_w^{(q)} \text{ (Querschnitts-Widerstandsarbeit)} \quad \ldots\ldots (5)$$

gesetzt werden:

$$\mathfrak{A}_w = a \,.\, \mathfrak{A}_w^{(u)} + b \,.\, \mathfrak{A}_w^{(q)}.$$

Um die Widerstandsarbeit zu finden, sind in Formel (3) die Größen w_q und w_u als Functionen des Weges x einzuführen; hiezu wird es nothwendig sein, den Arbeitsprocess des Geschosses näher zu verfolgen, wodurch sich auch ein klarer Einblick in die Natur der in diese Gleichung eintretenden Parameter ergeben wird.

---

[1]) Siehe die schon im Abschnitt „Kriegsbau“ angeführten „Beiträge zur Theorie der Wirkung der Geschosse“ von Nicolaus R. v. Wuich, k. und k. Oberst des Artillerie-Stabes. „Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens“, Jahrgang 1893, Heft 1 und 3.

Beim Eindringen der Geschosspitze wird die Materie nach seitwärts und nach vorwärts gedrängt und wird auf jedes im Bereiche des Eisens befindliche Flächenelement ein Normaldruck ausgeübt.

Sei d^2f das Flächenelement und w_q der specifische Normaldruck, so ist

$$w_q \,.\, d^2f$$

die Größe des auf das Flächenelement ausgeübten Druckes.

Durch das Seitwärtsdrängen wird offenbar das Material auf Druck beansprucht; man ist daher berechtigt, w_q der Bruchbelastung für den Druck β_d proportional anzunehmen.

Ist, von dieser Grundlage ausgehend, bei einer Materie mit der Bruchbelastung β_d' der specifische Normaldruck w_q', so ist für die Materie mit der Bruchbelastung β_d der specifische Normaldruck:

$$w_q = w_q' \cdot \frac{\beta_d}{\beta_d'}.$$

Wird der Normaldruck auf das Flächen-Element in zwei Componenten zerlegt, u. zw. in eine in die Bewegungsrichtung fallende und in eine darauf senkrechte Componente, so ist die erstere jene, welche die Bewegung verzögert, während letztere das Geschoss zusammenzudrücken trachtet.

Hier handelt es sich um erstere Componente.

Schreibt man den Projectionsfactor zu d^2f, so ist dieses Product die Projection $p\,r\,(d^2f)$ der Elementarfläche auf die Querschnittsfläche des Geschosses; es ist demnach der durch den Normaldruck hervorgerufene Widerstand

$$\Sigma\, w_q \,.\, p\,r\,(d^2f).$$

Ist die Spitze ein Kegel und wird auf den Einfluss der Dicke der Platte bezüglich des Ausweichens der Materie keine Rücksicht genommen — ansonsten sich das Problem zu sehr complicieren würde — so ist w_q constant; bei anders gestalteten Spitzen kann für w_q ein mittlerer constanter Druck gedacht werden; wodurch der Widerstand in

$$w_q \,.\, R^2\pi$$

übergeht.

Der Einfluss der Form der Spitze müsste durch einen Zahlenfactor zum Ausdrucke gebracht werden; doch ist dieser bei den wenig divergierenden Formen der Spitzen der modernen Panzergeschosse ohne Belang.

Ausser diesem Seitwärtsdrängen der Materie kommt aber beim Vordringen des Geschosses auch die Tendenz zum Ausdruck, in der Verlängerung seines Führungstheiles einen Cylinder herauszudrücken, also eine Stempelarbeit zu leisten; diese im Vereine mit dem Reibungswider-

stand, stehen aber in Relation zum Geschossumfange; danach wird es erklärlich, dass in Formel (3) auch der Umfangs Widerstand berücksichtigt erscheint, obwohl sich nach dieser Betrachtung annehmen lässt, dass letztere bei „Spitzgeschossen“ nur eine nebensächliche Rolle spielt, während er bei „Cylindergeschossen“ in erster Linie zu berücksichtigen wäre.

Für Näherungszwecke könnte man also bei Spitzgeschossen auch von Formel (4), bei Cylindergeschossen aber von Formel (5) Gebrauch machen.

Um w_u als Function von x auszudrücken, muss bedacht werden, dass dieses, im Gegensatze zu w_q, selbst nicht annähernd constant ist, sondern mit dem Vordringen des Geschosses in die Panzerplatte stetig abnimmt.

Ist das Geschoss um das Maß x vorgeschritten, so besteht der Umfangswiderstand in dem Abscheerungswiderstande längs der Cylinderfläche von der Höhe $(\sigma_0 - x)$ und dem Durchmesser D.

Der specifische Widerstand des Materiales sollte hiebei, wenn nur Abscheerungsarbeit und gar keine andere geleistet würde, der Bruchbelastung für den Schub β_s gleich sein; da aber in dem Werte für den specifischen Widerstand die Correcturen für Vernachlässigungen enthalten sind, so möge der specifische Widerstand mit w_a bezeichnet werden, womit

$$w_u = (\sigma_0 - x) \cdot w_a$$

wird.

Für den Übergang von einem Materiale zum anderen dient analog, wie früher, die Beziehung:

$$w_a = w_a' \cdot \frac{\beta_s}{\beta_s'}.$$

Aus den bisherigen Betrachtungen kann man den Schluss ziehen, dass den nur auf Querschnittswiderstand oder nur auf Umfangswiderstand basierten Formeln nur ein Näherungscharakter zukommt, und dass eine rationelle Panzerformel beiden Arten des Widerstandes Rechnung tragen muss.

Nun kann man zur Bestimmung der Widerstandsarbeit übergehen.

Hiebei wird es zweckmäßig sein, zuerst mit den Formeln (5) und (4) die Widerstandsarbeiten $\mathfrak{A}_w^{(q)}$ und $\mathfrak{A}_w^{(u)}$ zu bestimmen, weil aus diesen die allgemeine Widerstandsarbeit $\mathfrak{A}_w$ nach Formel (3) zusammengesetzt werden kann, weil ferner oberwähnte Arbeiten für Näherungszwecke als die Widerstandsarbeiten der Platte angesehen werden können, weil endlich aus diesen Arbeiten ein Arbeitsausdruck

herausconstruiert werden kann, der ebenso wie jener (3) beiden Arten von Widerständen Rechnung trägt und als rationell zu bezeichnen ist.

In den nachstehend zu entwickelnden Formeln werden die Arbeitsgrößen, bezw. die Energien in *kgm* (Geschwindigkeit in *m*, Gewicht in *kg*, Beschleunigung der Schwere in *m*), der Caliber D und die Plattendicke σ_0 in *cm*, endlich die specifischen Drücke (Widerstände) in *kg* pro cm^2 gegeben gedacht.

Würde man nur den Querschnittswiderstand berücksichtigen wollen, so gilt sonach Formel (5), welche, da w_q constant und $2R = D$ ist, nun

$$\mathfrak{A}_w^{(q)} = \frac{D^2\pi}{4} w_q \sigma_0 = \frac{P}{2g} V^2 = E$$

geschrieben werden kann.

Der Homogenität wegen sind in dieser Gleichung noch alle Dimensionen in *m*, die Gewichte in *kg* und der Druck in *kg* per m^2 zu denken; ist aber, wie früher angenommen, D und σ_0 in *cm* und w_q, wie gewöhnlich in *kg* pro cm^2 gegeben, so muss die obige Gleichung

$$E = \mathfrak{A}_w^{(q)} = \frac{1}{4}\left(\frac{D}{100}\right)^2 \pi w_q \, (100 \times 100) \frac{\sigma_0}{100} = \frac{D^2\pi}{400} w_q \, \sigma_0 \quad \ldots . (6)$$

geschrieben werden.

Hieraus folgt, dass

$$E_q^{(s)} = \frac{E}{\frac{D^2\pi}{4}} = \frac{1}{100} w_q \, \sigma_0 \text{ und}$$

$$E_v^{(s)} = \frac{E}{\frac{D^3\pi}{6}} = \frac{3}{200} w_q \left(\frac{\sigma_0}{D}\right)$$

ist, d. h. dass beim „Durchdringen“ einer Platte die specifische Querschnitts-Energie des Geschosses, der (absoluten) Plattendicke, — hingegen der specifischen Volums-Energie desselben, der relativen Plattendicke (nämlich der in Calibern ausgedrückten Plattendicke) proportional ist.

Berücksichtigt man hingegen nur den Umfangswiderstand, so übergeht, mit Bezug auf die obige Erörterung über den Wert von w_u, die Formel (4) in:

$$\mathfrak{A}_w^{(u)} = D\pi \int_0^{\sigma_0} w_a \, (\sigma_0 - x) \, dx = \frac{D\pi}{2} w_a \, \sigma_0{}^2 = E,$$

wenn Gleichgewichtsverhältnis vorausgesetzt wird.

Bei Berücksichtigung der angenommenen Maßeinheiten ist diese Gleichung aber zu schreiben:

$$E = \mathfrak{A}_w^{(u)} = \frac{D\pi}{200} w_a \sigma_0^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

Woraus folgt:

$$E_u^{(s)} = \frac{1}{200} w_a \sigma_0^2$$

$$E_\eta^{(s)} = \frac{2}{100\,D} w_a \sigma_0^2$$

$$E_v^{(s)} = \frac{3}{100} w_a \left(\frac{\sigma_0}{D}\right)^2$$

d. h. die specifische Volums-Energie ist dem Quadrate der relativen Plattendicke proportional.

Betrachtet man die Formel 6) und 7):

$$\mathfrak{A}_w^{(q)} = \frac{D^2\pi}{400} w_q \sigma_0 \text{ und}$$

$$\mathfrak{A}_w^{(u)} = \frac{D\pi}{200} w_a \sigma_0^2,$$

bei deren erster nur der Querschnittswiderstand, hingegen bei der zweiten nur der Umfangswiderstand in Rücksicht gezogen wurde, so zeigt sich, dass die Exponenten von D und σ_0 in beiden Fällen wechseln und sich dabei stets auf drei ergänzen.

Daraus könnte man schließen, dass „beiden“ Widerständen auch durch eine eingliedrige Formel Rechnung getragen werden kann, wenn in derselben die Exponenten von D und σ_0 als zwischen 1 und 2 liegend gewählt werden und dabei mit Rücksicht darauf, das bei „Spitzgeschossen“ der Querschnittswiderstand die Hauptrolle spielt, der Exponent von D näher an 2, jener von σ_0 näher an 1 angenommen wird.

Dies ist nun bei der anfangs erwähnten älteren Krupp'schen Formel

$$E_q^{(s)} = 100\,\sigma_0 \left(\frac{\sigma_0}{D}\right)^{\frac{1}{3}}$$

der Fall, welche auf die Gesammt-Energie bezogen allgemein in der Form

$$E = k\,\sigma_0^{\frac{4}{3}}\,D^{\frac{5}{3}}$$

geschrieben werden kann, also mit dem Resultate der obigen theoretischen Untersuchung übereinstimmt.

Diese Formel — obwohl eingliedrig — zieht sonach sowohl den Querschnitts- als auch den Umfangswiderstand in Rechnung, was nach dem Vorausgeschickten als einzig rationell betrachtet werden muss, jedoch bei den übrigen eingliedrigen, im Anfange angeführten empirischen Formeln nicht der Fall ist.

Will man aber vom Hause aus, sowohl die Querschnitts- als die Umfangs-Energie berücksichtigen und sonach die allgemeine Formel

$$\mathfrak{A}_w = a\,\mathfrak{A}_w^{(u)} + b\,\mathfrak{A}_w^{(q)}$$

benützen, so stellt sich diese nach Substituierung der Werte (Gleichung 6) und 7) folgend:

$$\mathfrak{A}_w = a\,\frac{D\pi}{200}\,w_a\,\sigma_0{}^2 + b\,\frac{D^2\pi}{400}\,w_q\,\sigma_0 = E,$$

woraus weiter hervorgeht:

$$\frac{E}{\frac{D^3\pi}{6}} = a\,\frac{3}{100}\,w_a\left(\frac{\sigma_0}{D}\right)^2 + b\,\frac{3}{200}\,w_q\left(\frac{\sigma_0}{D}\right) = E_v^{(s)} \quad \ldots\ldots\ldots (8)$$

Diese Formel stimmt nun mit dem im Anfange des Capitels angeführten zweigliedrigen empirischen Formeln von Martin de Brettes Krupp und Madsen-Inglis vollkommen in ihrem Aufbau, wonach diese vom theoretischen Standpunkte als rationell angesehen werden können.

Unter diesen drei Formeln

$$E_v^{(s)} = 31{\cdot}2\left(\frac{\sigma_0}{D}\right) + 78\left(\frac{\sigma_0}{D}\right)^2 \qquad \text{(Madsen-Inglis)}$$

$$E_v^{(s)} = 110\left(\frac{\sigma_0}{D}\right) + 40\left(\frac{\sigma_0}{D}\right)^2 \qquad \text{(Martin de Brettes)}$$

$$E_v^{(s)} = 114\left(\frac{\sigma_0}{D}\right) + 36\left(\frac{\sigma_0}{D}\right)^2 \qquad \text{(Krupp)}$$

zeigt die erste den kleineren Coëfficienten bei dem Gliede, welches der Querschnitts-Energie entspricht, während die beiden anderen Formeln bei diesem Gliede den (absolut und relativ) größten Coëfficienten aufweisen, also am besten für Panzerstärken-Berechnung, bei Annahme von Spitzgeschossen zu entsprechen scheinen, da nach den früheren bei diesen der Querschnittswiderstand die Hauptrolle spielt.

Naturgemäß gelten die Zahlenwerte dieser Formeln nur für eine bestimmte Schweißeisengattung und für Geschosse aus einem Materiale und einer Form, wie sie eben den bezüglichen Versuchen zu Grunde lagen: nämlich für Panzer-Spitzgeschosse aus gehärtetem Stahle, und der nun allgemein üblichen Geschossform mit schlanker, ogivaler Spitze. Will man nun eine dieser Formeln auf ein anderes, ebenfalls weiches und zähes Panzermaterial übertragen, so müssten die Coëfficienten derselben eine entsprechende Abänderung erfahren, die, an der Hand einer Reihe von Schießversuchen aus dem gegebenen $E_v^{(s)}$ und D und den erzielten σ_0 zu errechnen wären, und zwar nach der Relation:

$$E_v^{(s)} = x\left(\frac{\sigma_0}{D}\right) + y\left(\frac{\sigma_0}{D}\right)^2$$

2. Flusseisen.

Da dieses Material bei Schießversuchen ein ganz ähnliches Verhalten wie Schweißeisen gezeigt hat, so gelten die obigen Erörterungen in vollem Umfange auch für die Berechnung seiner Widerstandsfähigkeit.

Nach in jüngster Zeit angestellten Versuchen scheint übrigens Flusseisen guter Qualität (insbesondere im gewalzten Zustande) jeder Art von Schweißeisen bezüglich seines Widerstandsvermögens überlegen zu sein.

3. Stahl-Panzer.

Stahl findet sich bei Panzern von Landbefestigungen nur ausnahmsweise vor, wird aber noch häufig in Form von Platten bei Schiffspanzerungen angewendet.

Infolge der größeren Härte und Sprödigkeit dieses Materiales kann hier von einem regelmäßigen Durchdringungs-Processe nicht die Rede sein, sondern es wird die Zerstörung der Platte, bei guter Qualität und genügender Auftreff-Energie der Geschosse, durch Zersprengen oder Zerreißen hervorgerufen. Dabei pflegen selbst gehärtete Stahlgeschosse beim Auftreffen, Ein- oder Durchdringen von Stahlpanzern zu zerschellen.

Gewöhnlich bilden sich bei der Beschießung um die Geschoss-Auftreffpunkte radial verzweigte Risse, welche oft durch die ganze Plattenstärke reichen, sich naturgemäß bei wiederholten Treffern vergrößern, und so auch zum Abfallen einzelner Plattentheile führen können; aus diesem Grunde sollen Stahlplatten stets an Hinterlagen gebolzt sein.

Die Erfahrung hat ferner gelehrt, dass die nothwendige Stärke von Stahlplatten weniger von der Querschnitts- oder Umfangs-Energie, als von der Gesammt-Auftreff-Energie der Geschosse abhängt, was schon darum begründet erscheint, weil hier die Zerstörungsarbeit nicht im Wege eines regelmäßigen Durchdringens, sondern mehr durch die Gesammterschütterung erfolgt.

Früher nahm man an, dass Stahlpanzer, bei gleicher Widerstandsfähigkeit, um 15 bis 30% schwächer als Panzer aus weichem und zähem Materiale gehalten werden können; diese Annahme erscheint jedoch, bei dem Umstande, dass gerade diese Materialien in letzterer Zeit eine so hohe Vervollkommnung erfahren haben, nicht mehr gerechtfertigt. Die Verwendung *härterer* Stahlsorten für Panzerungen wird sonach wahrscheinlich in Zukunft stark eingeschränkt werden, und in der allgemeinen Anwendung *weicher* Gattungen — also Flusseisen — Ersatz finden.

Mit Stahl-Legierungen, wie z. B. Nickelstahl, wurden in der letzten Zeit ausgezeichnete Resultate erzielt [1]), doch kommen solche Legierungen

[1]) Siehe „Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens“ 1894, 2. Heft.

bedeutend theurer und werden sonach bei der Landbefestigung nur in Ausnahmsfällen und für solche Deckungen Verwendung finden, bei welchen man aus irgend welchen Gründen gezwungen ist, das Gewicht derselben möglichst herabzudrücken.

4. Compound-Panzer.

Da die äußere Schichte dieser Panzergattung aus Stahl besteht, so gilt das oben Gesagte auch zum Theile für Compound-Panzer.

Auch hier liegt der Effect der Zerstörungsarbeit anfänglich weniger im Durchschießen, als Durchbrechen; ein regelmäßiges Durchdringen der Platten wird erst nach Abtrennung, oder Abblätterung, der harten Stahlschichte zu erwarten sein.

Ähnlich wie bei Stahlplatten, sind auch bei Compound-Platten wirksame Beschießungsergebnisse nur durch gut gehärtete Stahlgeschosse zu erzielen; ebenso spielt auch hier die Hinterlage eine große Rolle, da bei dem Mangel einer solchen durchgehende Risse und Abtrennungen leichter zu erwarten sind.

Da übrigens in jüngster Zeit durchgeführte Schießversuche ergeben haben, dass Compound-Platten, bei gleicher Dimension und normalem Auftreffen der Geschosse, keine größere Widerstandsfähigkeit als gewalzte Flusseisenplatten aufweisen, dabei aber theurer zu stehen kommen, so dürften dieselben höchstens nur noch dort Verwendung finden, wo man durch Schrägstellen der Platte die Geschosse zum Abgleiten bringen will, was mit härteren Panzern eher als mit weichen zu erzielen ist, wie dies später noch zur näheren Erörterung gelangen wird.

5. Harvey-Platten.

Diese Platten vereinen die Eigenschaften des Hartgusses mit denen der weichen und zähen Materialien; nach den bisher gemachten Erfahrungen können sie bei gleicher Widerstandsfähigkeit ungefähr um 10 Procent schwächer als weiche Stahl-, oder Flusseisen-Platten gehalten werden.

6. Hartguss.

Bei der großen Härte dieses Materiales kann von einem regelmäßigen Durchdringen unbedingt nicht die Rede sein, vielmehr werden derartige Panzer nur durch die Erschütterung, im Wege des Zertrümmerns der harten Schichte, zerstört.

Dennoch hatte das Grusonwerk, gestützt auf vielfache Versuche, zur Berechnung der Stärke von Hartgusspanzern bei normal auftreffenden Geschossen die Formel aufgestellt:

$$\sigma_0 = C\sqrt[4]{E};\ E \text{ in } mt.$$

dabei wurde $C = 11$ bis 12 angenommen. Doch genügte die so erhaltene Dimension nur gegen Hartguss-, oder mindere Stahl-Granaten, welche beim Auftreffen auf der Härteschichte zumeist zerschellten. Nach dem Auftauchen der gut gehärteten Stahlgeschosse, welche in die Härteschichten eindrangen, und selbe bei wiederholten Treffern allmählich abschälten, erwiesen sich diese Stärken zu gering, weshalb später C mit beiläufig 15 angenommen wurde.

Übrigens kann diese Formel nur als rein theoretischer Anhaltspunkt gelten, indem Hartguss nie in Plattenform zur Verwendung kommt, sondern in neuester Zeit stets in solchen Profilen, dass ein normales Auftreffen der Panzergeschosse ausgeschlossen ist, wodurch letztere eher zerschellen oder abgleiten.

Dieses Mittel, das Schrägstellen des Panzers, findet übrigens fast ausnahmslos bei allen modernen Panzerungen, aus welch immer Materialien, Anwendung, wie dies schon im Capitel „Geschosswirkung gegen fortificatorische Objecte“ angedeutet ist, weshalb dasselbe nachfolgend einer näheren Erörterung unterzogen werden soll.

Einfluss des Auftreffwinkels.

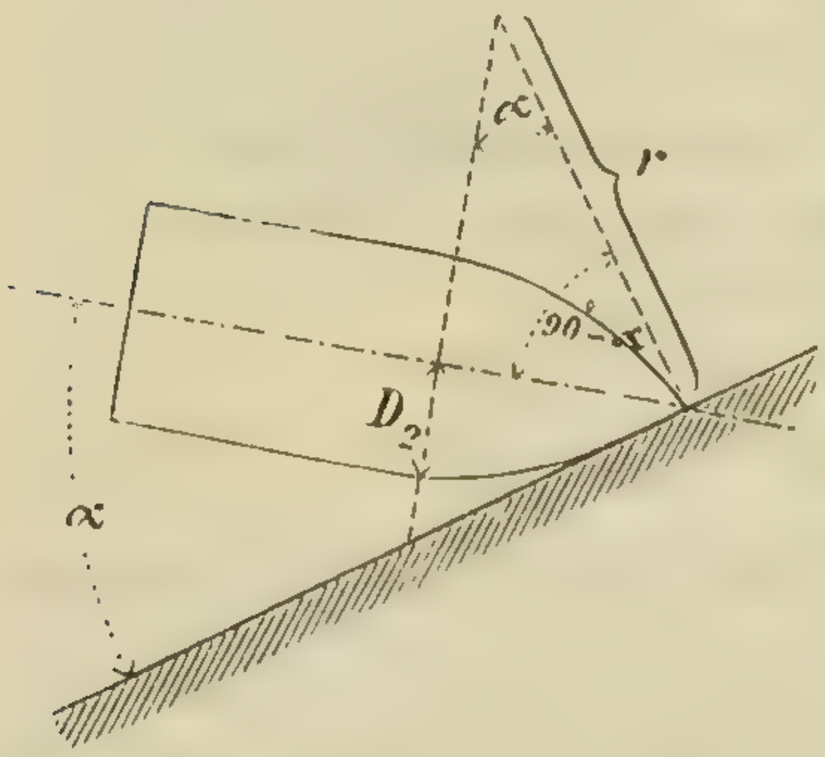
In den bisherigen Untersuchungen wurde stets normales Auftreffen des Geschosses auf die Panzeroberfläche angenommen, bei welchem also der Auftreffwinkel, der Winkel zwischen Flugbahn-Tangente und Tangenten-Ebene an die Panzeraußenfläche, im Auftreffpunkte 90° beträgt. Bei nicht normalem Auftreffen vermindert sich aber die Einwirkung des Geschosses auf den Panzer und nimmt naturgemäß mit der Abnahme dieses Winkels ebenfalls ab. Als allgemeiner theoretischer Anhaltspunkt kann hiebei die Formel dienen:

$$E' = \frac{P\,v^2}{2\,g} \sin^2 \alpha = E \sin^2 \alpha.$$

Diese Formel drückt aus, dass in einem solchen Falle nur jener Theil der Gesammt-Auftreff-Energie zur Wirkung gelangt, welcher der Normal-Componente der Endgeschwindigkeit mit Rücksicht auf die Tangenten-Ebene am Auftreffpunkte entspricht; darnach nimmt also der zur Wirkung gelangende Theil der Auftreff-Energie mit dem Sinus-Quadrat des Auftreffwinkels α ab. Bei schiefem Auftreffen ist sonach in die betreffende Formel zur Berechnung der Panzerstärke nicht E sondern $E \sin^2 \alpha$ einzustellen. Ferner wurde durch Versuche ermittelt, dass bei kleineren Auftreffwinkeln als 60° die Abnahme der Wirkung selbst im größeren Maßstabe (nahezu $\sin^3 \alpha$) stattfindet, weshalb man bei allgemeiner Verwendung obiger Relation zweifellos sicher geht.

Je nach der Form der Geschosspitze und der Härte des Panzer-Materiales findet endlich bei gewissen Auftreffwinkeln ein Abgleiten der Geschosse statt, was die Einwirkung auf den Panzer natürlich im hohen Grade herabmindert, indem die Geschosse hiebei nur einen ganz kleinen Bruchtheil ihrer Energie zur Zerstörungsarbeit umsetzen können, die sich sodann, je nach der Panzergattung, nur in Form von Aufbeulungen oder Abschürfungen zeigt, oder auch nur Erschütterungen hervorruft.

Die Größe des Auftreffwinkels, bei welchem ein solches Abgleiten mit Sicherheit zu erwarten ist, hängt in erster Linie von der Form der Geschosspitze ab. Theoretisch genommen, muss ein Geschoss von der Panzeroberfläche abgleiten, wenn die Tangenten-Ebene im Auftreffpunkte an diese auch gleichzeitig das Geschoss-Ogival tangiert.

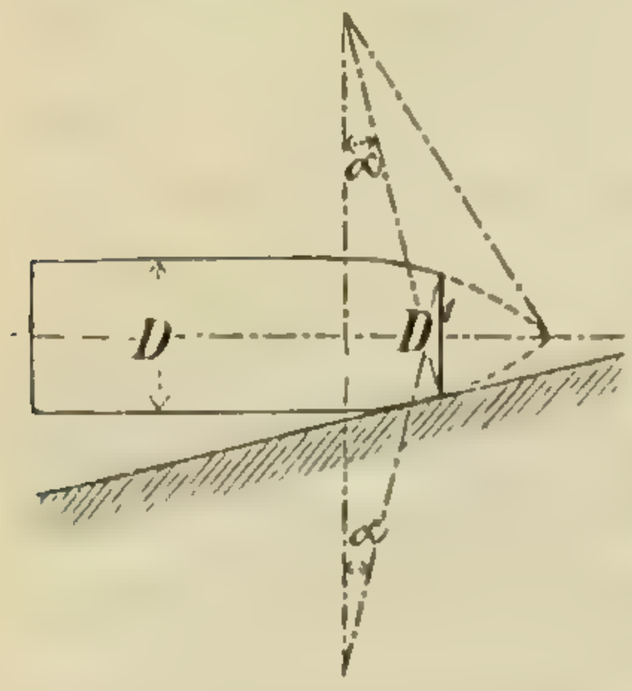


Man erhält sonach für die in der Figur angenommenen Grenzlage bei $r =$ Radius des Ogivales:

$$r - \frac{D}{2} = r \cos \alpha; \quad \cos \alpha = 1 - \frac{D}{2\,r}.$$

Da bei modernen Panzergeschossen $r = 2\,D$ gemacht wird, so ist $\cos \alpha = 1 - {}^1/_4 = 0{\cdot}75$; sonach ist $\alpha = 40^0\ 20'$ der Auftreffwinkel, bei welchem auf ein sicheres Abgleiten des Geschosses gerechnet werden kann.

Bei harten Panzer-Materialien, in welche die Spitze nicht so leicht eindringt, findet jedoch selbst bei bedeutend größeren Auftreffwinkeln ein Abprallen von Geschossen statt. Um nun selbst bei sehr schrägem Geschossanschlage noch ein Eindringen zu erzielen, pflegt man in jüngster Zeit Stempel- (Cylinder-) Geschosse mit stark abgeplatteter Spitze anzuwenden, welche naturgemäß nicht so leicht abgleiten können.



In diesem Falle ist

$$\cos \alpha = \frac{r - {}^1/_2\,D + {}^1/_2\,D'}{r} = 1 - \frac{D - D'}{2\,r},$$

der Winkel α, bei welchem ein Abgleiten sicher zu erwarten, ist bedeutend kleiner, u. zw. umso kleiner, je größer D' im Verhältnisse zu D ist, oder mit anderen Worten, je größer die Abplattung der Geschossspitze gemacht wird.

Wenn auch zugegeben werden muss, dass die Flugbahnverhältnisse solcher Geschosse nicht so günstig als von jenen mit ogivaler

Spitze sind, und dass ihre Form überhaupt für das Durchdringen von Panzern nicht gut geeignet ist, so bieten dieselben immerhin auch ein Mittel, selbst gegen sehr schräg gestellte Panzer zu wirken, an welchen gewöhnliche Spitzgeschosse so ziemlich wirkungslos abprallen würden. Besonders wirksam erscheinen derartige Stempelgeschosse gegen härtere Panzer-Materialien, deren Zerstörung nicht durch das Durchschießen, sondern durch Zertrümmerung erreicht werden soll. Übrigens ist man neuester Zeit auch damit beschäftigt, die Flugbahnverhältnisse von Cylinder-Geschossen durch verschiedene Auskunftsmittel, wie z. B. Holzspitzen, die am Ziele abbrechen, etwas zu verbessern und so einem ihrer Übelstände abzuhelfen.

Aus alledem geht aber hervor, dass die Schrägstellung von Panzern behufs Erzielung schiefer Auftreffwinkel, ein sehr gutes Auskunftsmittel zur Erhöhung ihrer Widerstandsfähigkeit ist, welches man sonach, besonders bei den modernen Panzeranordnungen, fast allgemein verwendet.

Dieses Schrägstellen kann nun in doppeltem Sinne erfolgen: in Bezug auf das Profil der Panzerdeckung, durch Neigen der Panzerfläche zum Horizonte, wodurch ein schiefes Auftreffen der wirksamsten, mit großen Endgeschwindigkeiten, unter flachen Winkeln einfallenden Geschosse erreicht wird; oder auch durch Abschwenken des Panzers von den gefährlichsten Schussrichtungen im horizontalen Sinne.

In den meisten Fällen wird aber die Erzielung möglichst ungünstiger Auftreffwinkel der Geschosse durch die Annahme convexer, doppelt gekrümmter Panzerformen erreicht, wie z. B. flacher Kugel-Calotten, wo, mit Ausnahme bei jenen Schüssen, deren Flugbahnen in eine Meridian-Ebene der Kugel fallen, eine Abschwächung der Wirkung im doppelten Sinne erzielt wird.

Dieses letztere Princip wird in jüngster Zeit allgemein bei allen drehbaren Panzerobjecten angewendet, deren Panzerhaube gewöhnlich eine flache, Kugel-Calotte ähnliche Gestalt erhalten, welche ein eigentliches Eindringen der Geschosse, also Durchschießen, infolge der schiefen Auftreffwinkel unmöglich macht.

Bei einer derartigen Panzerform kann sonach, selbst bei Anwendung von weichen Panzermaterialien, eine genaue Stärke-Berechnung mit Zuhilfenahme der anfänglich erwähnten Panzerformeln als gegenstandslos betrachtet werden, da hier die einzige Einwirkung der auftreffenden Geschosse in der Erschütterung des Panzers und seiner Unterlage bestehen wird, deren Wirkungsgrad nur an der Hand von Versuchen, also durch die Erfahrung, festzustellen ist.

Widerstandsfähigkeit von Lamellen-Panzern und von Hinterlagen aus Holz.

Bei Lamellen-Panzern, welche aus mehreren Lagen schwächerer Platten bestehen, ist die Widerstandsfähigkeit des ganzen Panzers als die Summe der Widerstandsfähigkeiten der einzelnen Lagen zu betrachten.

Wäre z. B. das Widerstandsvermögen eines Lamellen-Panzers nach der eingliedrigen Krupp'schen Formel zu berechnen, und bestände die Platte aus drei Lamellen mit den Stärken σ_1, σ_2 und σ_3, so würde

$$E_q^{(s)} = \frac{100}{D^{\frac{1}{3}}} (\sigma_1^{\frac{4}{3}} + \sigma_2^{\frac{4}{3}} + \sigma_3^{\frac{4}{3}})$$

zu setzen sein, wobei sich naturgemäß auch ein geringeres Widerstandsvermögen als bei einer homogenen Platte mit der Stärke $\sigma_0 = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3$ ergeben muss.

Doch ist anderseits bei der Wertschätzung von dergleichen Panzern nicht außer Acht zu lassen, dass die einzelnen Lamellen, infolge ihrer geringeren Dimensionen, besser durchgearbeitet sein können und sonach an und für sich stärkere Festigkeits-Coëfficienten aufweisen dürften.

Bei Panzern mit Hinterlagen aus Holz kann nun ein ähnliches Berechnungsverfahren eingeschlagen werden; man pflegt für die Holzhinterlage, je nach ihrem Materiale und ihrer besseren oder minderen Versteifung, annähernd $^1/_{10}$ bis $^1/_{20}$ (im Mittel also $^1/_{15}$) des Widerstandsvermögens einer gleich starken Eisenplatte anzunehmen. Wäre sonach σ_1 die Stärke der Panzerplatte und σ_2 jene der Hinterlage, so würde bei Anwendung der früheren Formel zu setzen sein:

$$E_q^{(s)} = 100\ \sigma_1 \left(\frac{\sigma_1}{D}\right)^{\frac{1}{3}} + \frac{100}{15}\ \sigma_2 \left(\frac{\sigma_2}{D}\right)^{\frac{1}{3}}.$$

Drehbare Panzer.

Vor- und Nachtheile, Eintheilung.

Die drehbaren Panzer[1]) haben den Zweck, sowohl gegen Flachbahn-, als auch gegen Verticalfeuer gut gedeckte Geschützstellungen mit voller 360°iger Wendungsfähigkeit zu bieten; überdies werden selbe auch als Beobachtungsstände, oder als Deckung für Beleuchtungs-Apparate *(phare)* verwendet.

---

[1]) Gewöhnlich allgemein mit dem Namen Panzerthürme bezeichnet; doch wird in diesem Buche letztere Bezeichnung nur für eine bestimmte Gattung derselben gebraucht werden. Siehe Fortsetzung.

Die Vortheile einer derartigen Geschützstellung liegen:

1. In der starken Deckung, welche bei bedeutend verringerten Ausmaßen eine kleine und günstig geformte Treffläche bietet.

2. In der Möglichkeit, sehr schwer treffbare Minimalscharten anzuordnen, die überdies durch Abschwenken der feindlichen Schusswirkung zu entziehen sind.

3. In der großen Schussfreiheit, bedingt durch die volle Wendungsfähigkeit.

Als Nachtheile drehbarer Panzer lassen sich hingegen anführen:

1. Die bedeutenden Anschaffungs- und Erhaltungskosten.

2. Die aus der eingeschlossenen Kampfstellung sich ergebende Beschränkung, sowohl des Gesichtsfeldes, als auch des für die Bedienungsmannschaft vorhandenen Luft- und Bewegungsraumes.

3. Die Anwendung von mehr oder weniger complicierten Mechanismen, zum tadellosen Betriebe der ganzen Anlage.

4. Die Thatsache, dass die Geschütze in solcher Anordnung zweifellos mehr an ihre Stellung gebunden sind, als bei Verwendung am offenen Walle.

Von der Rolle, welche einem Geschütze zufällt, dann den Verhältnissen, unter welchen es zur Verwendung gelangt, wird es also abhängen, ob die erwähnten Vortheile oder die Nachtheile jeweilig mehr ins Gewicht fallen, und ob man sonach zu dieser oder jener Art der Geschützstellung greifen soll; eine derartige Deckung wird insbesondere für jene Geschütze zur Nothwendigkeit, welche in geschlossenen und nicht maskierten Werken zum andauernden Artilleriekampfe bestimmt sind.

Ihrer allgemeinen Anordnung nach lassen sich die drehbaren Panzer in Hauptgruppen eintheilen, u. zw. unterscheidet man:

1. Panzer, bei welchen das ganze Gehäuse, mit Decke, Seitenwänden und Geschütz- (bezw.) Bedienungs-Podium, drehbar ist;

2. Panzer, wo nur die Decke, d. h. die eigentliche Panzerkuppel und die mit ihr festverbundene Lafettierung der Geschütze, in Drehbewegung versetzt wird, während das Podium und die Seitenwände des Bedienungsraumes unbeweglich bleiben.

Die ersteren werden mit dem Namen Panzerthürme bezeichnet, während man die zweiten drehbare Panzerkuppeln, oder auch Panzerlafetten nennt.

Jede dieser Hauptgattungen kann nun wieder nach der ihr eigenthümlichen Art der Drehbewegung untertheilt werden, u. zw. je nach-

dem dieselbe mittels einer am Rande des Panzergehäuses oder der Kuppel angeordneten Laufvorrichtung, oder um einen Central-Pivot erfolgt; also: Panzerthürme, Panzerkuppeln (Panzerlafetten) mit Laufvorrichtung; dann Panzerthürme, oder Panzerlafetten mit Central-Pivot.

Der Kürze halber werden in diesem Buche die Panzerthürme mit Laufvorrichtung einfach als Panzerthürme bezeichnet, während bei jenen mit Central-Pivot diese Anordnung besonders hervorgehoben werden wird, da letztere Type in der Praxis nur selten vorkommt. Ferner werden die Panzerkuppeln mit Laufvorrichtung einfach als drehbare Panzerkuppeln oder Drehkuppeln, jene mit Central-Pivot aber als Panzerlafetten bezeichnet werden.

In ähnlicher Weise können auch Beobachtungs- oder Beleuchtungs-Stände nach einer oder der anderen dieser Anordnungen ausgeführt werden.

Tafel V, VI, VII. Beispiele dieser vier Typen finden sich auf den Tafeln V, VI, VII.

Bezüglich Untertheilung der drehbaren Panzer wäre noch zu erwähnen, dass dieselben manchmal auch heb- und senkbar, oder oscillierend ausgeführt werden, um hiedurch die heikelsten Theile der Construction, nämlich die Scharten, zeitweise dem feindlichen Feuer (selbst dem Wurfe), vollständig entziehen zu können. Doch weisen diese Systeme stets Complicationen des Mechanismus auf, welche naturgemäß mit der Größe und dem Gewichte des Objectes wachsen, wonach diese Typen bisher nur für leichtere Geschütze praktische und erfolgreiche Anwendung fanden.

Tafel VIII. Beispiele von derartigen Objecten sind auf der Tafel VIII dargestellt.

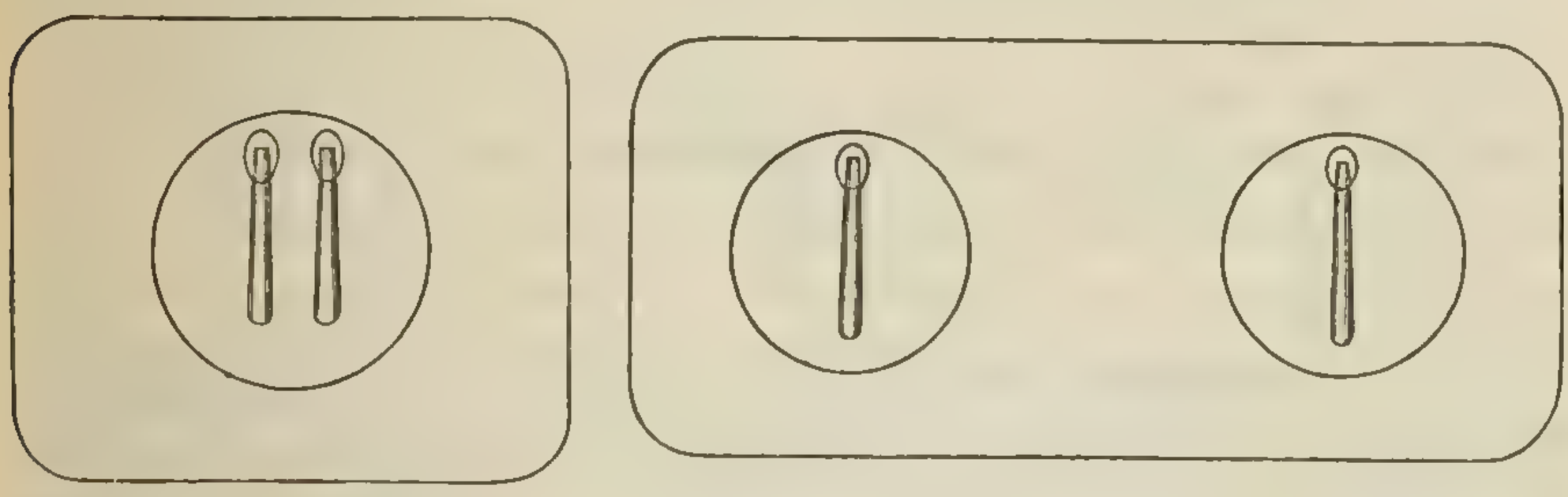
Schließlich lassen sich die drehbaren Panzer noch nach der Anzahl ihrer Bestückung, u. zw. als ein-, zwei-, oder selbst mehrläufige [1]) Objecte untertheilen; letztere dürften zwar in Zukunft kaum mehr zur Ausführung gelangen, indem eine derartige Anhäufung von Geschützen unter einem Panzer den gewichtigen Nachtheil mit sich bringt, dass durch die Zerstörung, oder selbst nur Betriebsstörung, eines Objectes gleich mehrere Geschütze außer Kampf gesetzt werden.

Obwohl nun dieser Nachtheil, wenn schon im geringeren Grade, auch für die zweiläufigen Objecte Geltung hat, so werden diese, u. zw. besonders für schwere Flachbahn-Geschütze, dennoch häufig ausgeführt, da sie in ökonomischer Hinsicht große Vortheile bieten. Ein Flachbahnrohr größeren Calibers benöthigt infolge seiner Länge,

---

[1]) Oberstlieutenant Schumann hat seinerzeit (dem Beispiele Cavallis folgend) vierläufige Panzerthürme vorgeschlagen.

und insbesondere bei Berücksichtigung des Rücklaufes, eine Panzerdeckung von so bedeutendem Durchmesser, dass man diese Deckung nur um weniges zu vergrößern braucht, um in ihr zwei derartige Rohre in paralleler und symmetrischer Lage unterzubringen; hiedurch werden naturgemäß, nicht nur bei der Panzerung und ihren Mechanismen, sondern auch im Unterbaue, namhafte Ersparnisse erzielt, wie dies schon aus der Betrachtung der unten stehenden, schematischen Skizzen erhellt.



Damit wird aber auch die Größe des betreffenden Werkes beeinflusst, so dass in diesem Sinne die zweirohrigen Objecte auch den taktischen Vortheil kleinerer Forts mit sich bringen.

In jeder anderen Hinsicht ist hingegen die einrohrige Anordnung vorzuziehen, wenn sie auch mehr Bedienung, größeren Raum und größere Kosten erfordert. Ihre Vortheile sind:

1. Sie wahrt die Selbständigkeit jedes Geschützes und zwingt den Gegner zur Feuertheilung.

2. Sie ist weniger verwundbar, da hier der immerhin empfindlichere Theil zwischen den zwei Scharten entfällt.

3. Sie gewährt eine bessere Schusspräcision, weil das Paaren von Geschützen bezüglich der Richtung stets nachtheilig sein muss, indem jedes für sich ein Individuum darstellt, welches dem anderen nicht vollkommen gleicht, und weil bei Salvenfeuer und nicht vollständig gleichzeitiger Schussabgabe, infolge der excentrischen Rohrlagen bei zweiläufigen Objecten, stets ein Drehmoment entsteht, welches den zweiten Schuss nachtheilig beeinflusst.

4. Wie schon erwähnt, kann bei zweiläufigen Objecten der durch einen Treffer des Gegners erzielte Schaden doppelt so groß sein.

Aus diesen Gründen werden zweiläufige Objecte zumeist nur bei Flachbahngeschützen größeren Calibers angewendet, wo die oben erwähnten

ökonomischen Vortheile schwerer in die Wagschale fallen, während bei leichtem und bei Wurfgeschütz die einläufige Anordnung Regel ist.

Bei jedem drehbaren Panzerobjecte sind nun folgende Bestandtheile und Mechanismen vorhanden:

1. die eigentliche Kuppel, oder Panzerhaube,
2. der Vorpanzer,
3. die tragende Construction (der Blechunterbau)[1]),
4. der Dreh-Mechanismus und
5. verschiedene Nebenbestandtheile.

1. Die Panzerhaube.

a) Beanspruchung, Material, Gestalt, Ausmaße und Gewicht.

Die Panzerhaube bildet bei nur drehbaren, und nicht zugleich auch heb- und senkbaren Panzerobjecten den einzigen herausragenden und somit unmittelbar treffbaren Theil der Construction; sie muss demnach durch ihr Material, dann ihre Form und Stärke, die nöthige Gewähr gegen jede mögliche Art von Geschosswirkung darbieten. Wo sie also nicht durch ihre Lage der directen Beschießung durch Flachbahngeschütze entzogen ist, muss sie sowohl mit Rücksicht auf die Wirkung dieser, als auch auf jene von schweren Bomben, construiert werden. Hiebei wird man bei Landbefestigungen genügend sicher gehen, wenn man als schwerstes in Frage kommendes Flachbahngeschütz die 15*cm* Kanone, als Wurfgeschütz aber den 21 oder 22*cm* Mörser in Rechnung zieht.

Als nächste Distanz, auf welche man so schwere Geschütze wie 15*cm* Kanonen an die Werke heranbringen kann, pflegt man 1.000*m* anzunehmen. Auf diese Entfernung weisen die Geschosse der 15*cm* Kanonen, je nach Construction und Ladungen, 400 bis 500*m* Endgeschwindigkeit auf, was bei einem Maximal-Geschossgewichte von 50*kg* 400 bis 625*mt* Gesammt-Energie, oder 2·2 bis 3·5*mt* Querschnitts-Energie am Auftreffpunkte ergiebt; diese Zahlen können sodann als Grundlage für die Stärkenberechnung des Panzer benützt werden. Beim 21 oder 22*cm* Mörser kann das Geschossgewicht mit 100 bis 150*kg*, die größte Endgeschwindigkeit mit beiläufig 200*m* angenommen werden, welchen Zahlen eine Gesammt-Energie von 200 bis 300*mt* und eine Querschnitts-Energie von nur 0·5 bis 0·8*mt* entspricht.

---

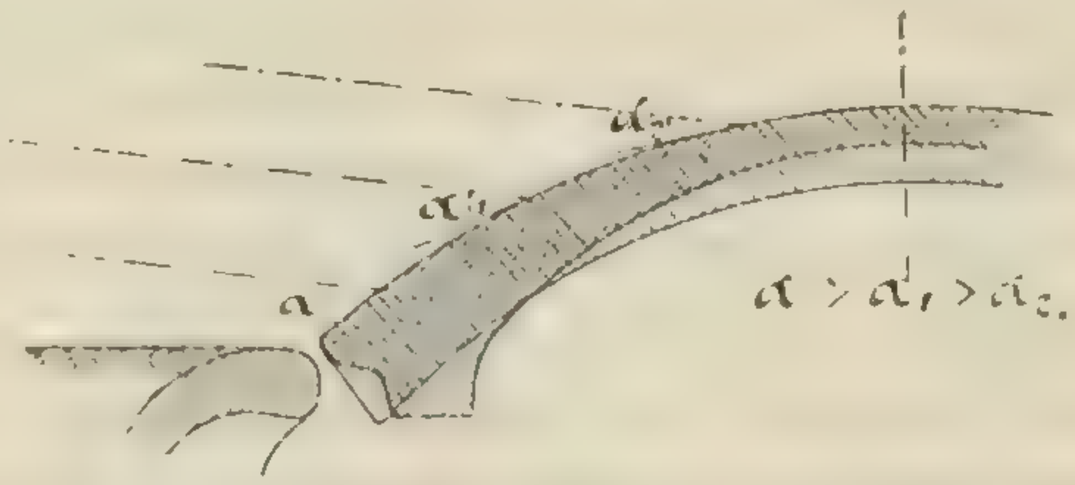
[1]) Entfällt nur bei Drehkuppeln.

Noch zum Beginne der Achtzigerjahre war der Hartguss das beliebteste Material für Panzerkuppeln, da er die auftreffenden Geschosse zerschellen machte. Erst die Einführung von Geschossen aus gehärtetem Stahle erbrachte den Beweis, dass gegen diese der Hartguss nur bei bedeutender Dimensionierung zu entsprechen vermag und lenkte wieder die Aufmerksamkeit auf weichere Materialien hin (wie z. B. Schweißeisen), die zwar dem Eindringen des Geschosses weniger Widerstand entgegensetzen, aber infolge ihrer Zähigkeit die Geschosswirkung auf den getroffenen Ort einschränken, sonach der Rissbildung nicht so ausgesetzt sind, als der Hartguss. Letzterer ergiebt auch, wegen der bei ihm nothwendigen großen Panzerstärken, sehr bedeutende Gewichte, welche die ganze Construction plumper machen und dabei vertheuern.

Aus diesen Gründen wird der Hartguss für die Panzerhauben der Landbefestigungen in jüngster Zeit nur selten angewendet; bei Panzerthürmen von Seebefestigungen, welche gegen Volltreffer der schweren Marine-Artillerie schützen sollen, findet er nach wie vor Verwendung, da man gegen die gewaltigen Stöße dieser auch der Panzerhaube ein bedeutendes Gewicht geben muss, um Verschiebungen und Beschädigungen der unteren Construction zu vermeiden.

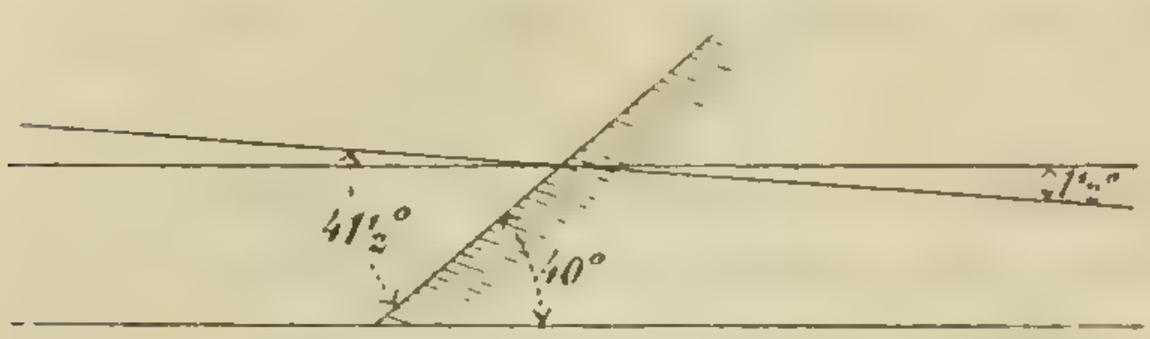
Derzeit können sonach als die gebräuchlichsten Materialien für Panzerhauben bei Landbefestigungen das Schweißeisen und Flusseisen in gewalztem Zustande, oder letzteres auch als Gussmateriale, betrachtet werden. Bei richtigem Gussverfahren besitzt dieses nämlich auch als Gussmateriale, ohne nachträgliche Verdichtung durch Walzen, bedeutende Festigkeit und hat dabei den gewichtigen Vortheil der freien Formbarkeit.

Die große Bedeutung dieses Vortheiles erhellt aus dem Umstande, dass die Panzerhauben, aus den im Capitel „Widerstandsfähigkeit“ besprochenen Gründen, eine calottenförmige Gestalt erhalten, welche gegen den Zenith zu stetig flacher gewölbt wird, gegen oben sonach bei gleichbleibendem Einfallwinkel der Geschosse stetig abnehmende Auftreffwinkel



ergibt. Da die zur Arbeit des Eindringens wirksam werdenden Antheile der Auftreff-Energie mit dem $\sin^2$ des Auftreffwinkels abnehmen, so kann die Stärke der Panzerhaube gegen den Zenith ebenfalls stetig verringert werden; dies ist nun bei Walzmateriale mit großen Schwierig-

keiten verbunden, unterliegt hingegen bei Gussmateriale gar keinem Anstande. Auch die Ausführung aller nothwendigen Öffnungen und Ausbuchtungen der Panzerhaube, wie Scharten. Mannlöcher, Scharten-busen u. s. w., ist bei Gussmateriale bedeutend erleichtert.



Die Form der Calotte wird womöglich so gewählt, dass die von nahen Distanzen abgefeuerten, daher gefährlichsten Flachbahn-Geschosse, möglichst zum Abgleiten gebracht werden. Bei 15*cm* Kanonen, auf 1000*m* Distanz, kann der Einfallwinkel mit rund $1^1/_2{}^0$ angenommen werden; da aber nach dem früher Erörterten ein Abgleiten von Spitzgeschossen bei etwa $41^1{}_2{}^0$ als ziemlich sicher anzunehmen ist, so wird man der obigen Forderung gerecht, wenn man die Neigung der Flächen der Panzer-Calotte gegen den Horizont in ihren steilsten, also untersten und dabei noch treffbaren Theilen mit beiläufig 40° annimmt.

Eigentlich sollte hier in jedem gegebenen Falle noch der Positionswinkel zwischen Gegenstellung und Kuppelstandort in Rücksicht gezogen werden; jedoch geht dies zumeist nicht an, indem nicht für jedes einzelne Object eine besondere Kuppel angeschafft werden kann, die Kuppeln vielmehr, aus ökonomischen Gründen, gewöhnlich für jede Geschützgattung in vielen Exemplaren nach einer Type angefertigt werden.

Übrigens wird man bei wirklichen Ausführungen oft von der theoretischen Forderung, einer minimalen Calotte-Neigung von 40°, abgehen; denn, einerseits ist damit doppelte Sicherheit vorhanden, indem das Abgleiten bestimmt vorausgesetzt, und überdies noch die Stärke mit Rücksicht auf das Eindringen des Geschosses berechnet wird (letzteres erscheint wohl im Hinblicke auf nicht abgleitende Stempelgeschosse gerechtfertigt); anderseits ist jeder Entwurf — so auch der einer Kuppel — als ein Übereinkommen zwischen Anforderungen verschiedenster Art zu betrachten, bei welchen oft in mancher Hinsicht zugunsten anderer Forderungen nachgegeben werden muss.

Zur endgiltigen Bestimmung der Kuppel-Stärken in ihrem Profile genügt es nun noch nicht, wenn man nach Berücksichtigung des Auftreff-Winkels, die dem Geschosse und seiner Auftreff-Energie (z. B. nach der Krupp'schen Formel) entsprechende Eindringungstiefe berechnen, und sodann die Stärken der Panzerhaube, ohne nennenswerten Zuschlag, gleich den erhaltenen Eindringungstiefen setzen würde; bei einer länger dauernden Beschießung ist eben auf eine derartige Trefferdichte zu rechnen, dass möglicherweise auf einen und denselben Punkt zwei

oder mehr Treffer entfallen. Wie groß nun diese im Ernstfalle zu erwartende Trefferdichte angenommen werden soll, darüber lassen sich auf theoretischem Wege selbst annähernd richtige Anhaltspunkte nur schwer geben.

Da der Gegner, wo möglich, stets auf die Scharte zielen wird — indem er durch einen Scharten- oder Rohrkopf-Treffer am raschesten seinen Zweck erreichen kann — so ließe sich behaupten, dass ein Panzer nur jener Trefferdichte gewachsen sein muss, welche bei gegebenen Verhältnissen, nach den Regeln der Treffwahrscheinlichkeit, aus derjenigen Anzahl von Schüssen sich errechnen lässt, welche zur Erzielung eines Scharten-Treffers nothwendig ist. Diese Zahl wird aber — abgesehen von der Schussdistanz und den Präcisionswerten des Angriffsgeschützes, sowie von der Größe der Scharte, oder des Rohrkopfes — hauptsächlich davon abhängen, ob die Lage der Scharte als fix, oder als veränderlich angenommen wird, wie letzteres bei einem in Drehung begriffenen Panzer der Fall ist.

Im ersteren Falle führt schon eine verhältnismäßig sehr geringe Trefferdichte zum Ziele, und hier würde sonach als Panzerstärke schon die einfache Durchschlagsdicke, vermehrt um ein Sicherheitsmaß, genügen.

Im zweiten Falle, hängt die einem Schartentreffer entsprechende Trefferdichte von einigen ziemlich willkürlichen Annahmen ab: so von der Schnelligkeit und der Regelmäßigkeit der Drehung; dann von ihrem Sinne, nämlich ob dieselbe stets in der einen Richtung oder wechselnd erfolgt; ferner ob der Gegner bei einem in Drehung befindlichen Panzer überhaupt in der Lage ist, die Scharte als Ziel zu erfassen, da er doch durch Täuschungsmittel, wie gemalte Scharten u. dgl., daran verhindert werden kann. Eine Erwägung unter derartigen, freilich sehr unsicheren Annahmen, ergibt sonach bedeutend höhere Trefferdichte. Endlich könnte es auch vorkommen, dass der Gegner den fraglichen Panzer zu Zeiten beschießt, wo er seine Scharte nicht zeigt, was wieder zur Erhöhung der zu erwartenden Trefferdichte beitragen würde.

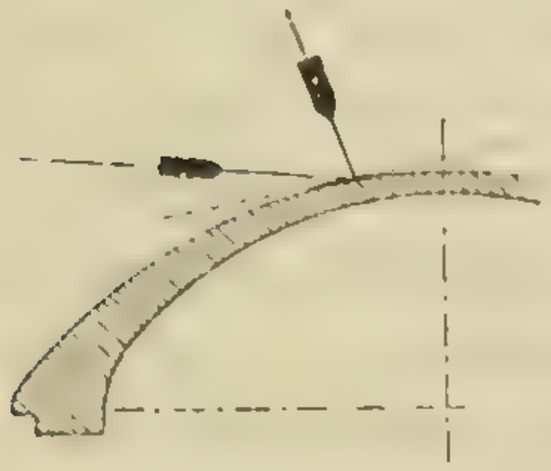
Man sieht also, dass auf eine gedeihliche theoretische Lösung dieser Frage nicht gerechnet werden kann. Dennoch lassen sich aus derartigen Erwägungen einige Constructions-Anhaltspunkte schöpfen. Insbesondere dass der Panzer in der Gegend der Scharte, wo sich infolge des angestrebten Treffpunktes die Treffer am dichtesten gruppieren dürften, am stärksten sein sollen (siehe später: Schartenbusen etc.); ferner, dass fixe Panzer (mit unbeweglichem Schartenziele) mit Rücksicht auf eine geringere Trefferdichte construiert werden können, da hier der ausschlaggebende Rohrkopf-, oder Scharten-Treffer früher zu er-

warten ist; endlich dass unter den drehbaren Objecten die zweirohrigen, infolge der zwei nahe beisammen liegenden Scharten, welche die Möglichkeit eines Scharten-Treffers zweifellos erhöhen, schwächer als einrohrige drehbare Panzer gehalten werden können.

Bei den neueren Constructionen pflegt man die Stärke der Panzerhaube zumeist gleich der 2- bis 3fachen theoretisch bestimmbaren Durchschlagsdicke zu machen; nach dem früher Gesagten wäre dann der niederere dieser Sicherheits-Coëfficienten für die zweirohrigen, der höhere für die einrohrigen drehbaren Panzer zu wählen.

Diese Zahlen erscheinen genügend hoch, selbst mit Rücksicht auf derartige Trefferdichten, wie sie bei den eingehendst durchgeführten Schießversuchen als vollkommen entsprechend angesehen wurden. So z. B. wies die deutsche zweirohrige Kuppel bei den großen Bukarester Schießversuchen im Jahre 1886 an der Stelle der dichtesten Treffer-Gruppierung 46 Treffer per $0{\cdot}5m^2$ auf; also eine Trefferdichte, die bei $15cm$ Geschossen annähernd 1·6 Treffer[1]) auf jeden Punkt dieser Fläche, sonach stellenweise zwei Treffern auf einem Punkte entspricht.

Wenn man bei calotteförmigen Panzern die Stärken nur im Hinblicke auf die Besprechung durch Flachbahngeschütz auf nahe Distanzen bestimmen würde, so ergäben sich in der Zenith-



Gegend der Kuppeln infolge der flachen Auftreffwinkel geradezu minimale Panzerdicken, die schon aus technischen Gründen, aber auch wegen der dort umsomehr zur Geltung kommenden Wirkung steil einfallender Bomben nicht zulässig erscheinen.

Infolge der bedeutend größeren Streuung der Wurfgeschütze kann man sich aber hier mit einer sehr geringen Trefferdichte zufrieden geben, und könnte daher die Panzerstärke gleich der nur um weniges erhöhten Durchschlagsdicke solcher Geschosse annehmen; dies umsomehr, als Bomben ihrer ganzen Construction nach schlechte Panzergeschosse sind, da sie beim Auftreffen auf derartige harte Körper zumeist zerschellen. Bei der den Mörsergeschossen entsprechenden geringen Querschnitts-Energie würde aber eine solche Erwägung noch immer zu geringe Panzerstärken in der Zenith-Gegend ergeben, welche sonach in der Praxis stets, aus constructiven Gründen, entsprechend der Größe und Form der Kuppel, erhöht werden müssen.

---

[1]) Querschnitts-Fläche des $15cm$ Geschosses $177cm^2$, daher 46 Treffer $= 8142cm^2$, wonach $\frac{8142cm^2}{5000cm^2} = 1{\cdot}6$.

All das in dem Vorhergehenden für die Bestimmung der äußeren Form und der Stärken von Panzerhauben Gesagte zusammengefasst, lassen sich in dieser Richtung für die verschiedenen, gebräuchlichsten Kuppel-Materialien folgende allgemeine theoretischen Directiven aufstellen.

Bei Guss-Materialien, wie Flusseisen oder Hartguss: flache calotteförmige Gestalt, mit Tangenten-Winkel zum Horizonte an der untersten treffbaren Stelle von etwa 40°; nach oben, entsprechend dem Auftreffwinkel der Flachbahn-Geschosse, abnehmende Stärke, welche 2 bis 3 Treffern auf einem Punkte entspricht, die aber im obersten Theile, mit Rücksicht auf Bombenschlag und aus constructiven Gründen, entsprechend erhöht wird.

Bei Walz-Materialien, wie gewalztes Schweiß- oder Flusseisen: der einfacheren Bearbeitung wegen, zumeist die Form einer Kugel-Calotte, mit ebenfalls beiläufig 40gradigem Tangenten-Winkel am unteren, treffbaren Rande; dann durchgehends gleiche Stärke, mit Rücksicht auf 2 bis 3 Treffer auf einen Punkt.

Bei Walzeisen-Panzerhauben, welche aus mehreren Lamellen zusammengesetzt sind, kann man die Stärken insoferne gegen oben abnehmen lassen, als man dort die Zahl der Lamellen verringert.

Bei Panzerhauben endlich, welche der Beschießung durch Flachbahngeschütze auf nahe Distanzen durch Vorlagen entzogen, oder welche überhaupt nicht directe zu beschießen sind, lassen sich natürlich die Stärken noch bedeutend herabmindern.

Die endgiltige Gestaltung und Stärkebestimmung einer Panzerhaube hängt nun, außer von der Form der Außenfläche und der Stärke des Panzers, noch von der Größe und Gestalt der Innenfläche ab.

Die Abmessungen des Innenraumes richten sich nach der Länge der Rohre und ihres Rücklaufes, nach der Lafettierung, dann nach der Bedienungsweise der Geschütze.

Einen bedeutenden Einfluss nimmt hier schon der Umstand, ob und wie weit man das Rohr aus der Scharte ragen lässt. Weit herausragende Rohre gestatten zwar eine Verringerung der Gesammtausmaßen der Kuppel, bedingen aber größere Schartenaußenflächen und sind an und für sich leichter verwundbar.

Bezüglich der nothwendigen Depression der Rohre, dann, ob selbe nur in bestimmten Ladestellungen, oder in jeder möglichen Feuerstellung geladen werden sollen, ist zu erwägen:

Große Depressionen erfordern große Höhen des freien Raumes und tragen somit, gleich der Ermöglichung des Ladens in jeder Rohrlage, zur Vergrößerung des Kuppelhalbmessers bei. Für Geschütze, welche nur zur Bekämpfung unbewegter Ziele, oder überhaupt zum langsamen Feuer-

gefechte bestimmt sind, erscheint es wohl zulässig, nur bestimmte Ladestellungen anzunehmen; diese werden sodann im verticalen Sinne, entweder mit Rücksicht auf die wichtigsten Schussdistanzen, oder auf die bequemste Ladeweise bestimmt; im horizontalen Sinne aber, im Hinblick auf eine gesicherte Lage der Scharte während des Ladens. Hiezu lassen sich auch Ladeschlitze (siehe Fig. 6*a*, Tafel VII) anbringen, welche bei Beibehalt geringerer Raumabmessungen, dem Patronensetzer Platz gewähren. Bei Kanonen, welche gegen bewegliche Ziele zu feuern haben, sonach auf rasches Feuer einzurichten sind, soll das Laden bei jeder Elevation und Depression und bei jeder Schartenlage ausführbar sein.

Tafel VII. Fig. 6*a*.

Von wesentlichem Einflusse auf die Innenraumbegrenzung ist die Art der Lafettierung und der durch selbe bedingte Rücklauf der Geschütze, insoferne dieser nicht ganz aufgehoben sein sollte. Letzteres ist vom Standpunkte der Raumökonomie, sowie mit Rücksicht auf die rasche Bedienung wohl unbedingt vortheilhaft; die vollständige Aufhebung des Rücklaufes ist jedoch, besonders bei Geschützen mit großen Ladungen (also bei schweren Flachbahn-Kanonen), insoferne nachtheilig, als sie eine bedeutende Beanspruchung der Gesammt-Construction mit sich bringt, weshalb dieses System gewöhnlich nur für kurze Kanonen (Haubitzen), Mörser und leichte Flachbahn- (Nahkampf-) Geschütze Anwendung findet.

Bei Ermittelung des Innenraumes ist schließlich auf alle für die Geschützbedienung und den Munitions-Nachschub nothwendigen Verrichtungen, dann auf die Zugangsverhältnisse Rücksicht zu nehmen.

Ist der nothwendige freie Raum ermittelt, so lässt sich die Gestaltung der Innenfläche der Panzerhaube entwerfen, welche im engsten Zusammenhange mit diesem, wie auch mit der gewünschten äußeren Kugelform, dann den nothwendigen Panzerstärken steht Bei diesem Entwurfe ist aber auch auf die möglichst erleichterte technische Ausführung des ganzen Objectes das Augenmerk zu richten. Bei Kuppeln aus Walzmateriale bleibt, wie schon erwähnt, die Innenfläche zumeist der Außenfläche parallel, welcher Umstand natürlich die Raum- und Material-Ökonomie sehr erschwert.

Gewöhnlich wird die auf theoretischem Wege ermittelte Kuppelgestalt an einem Modelle in natürlicher Größe erprobt, weil nur so die vollständige Gewähr erlangt wird, dass die Form allen verschiedenen Anforderungen vollkommen entspricht.

Die Widerstandsfähigkeit einer Panzerhaube steht auch mit ihrer Gesammtmasse in Verbindung, welche sie der Auftreff-Energie der Geschosse entgegensetzt; steht sie zu letzterer in ungünstigem Verhältnisse, so kann die Gesammterschütterung durch den Geschossaufschlag

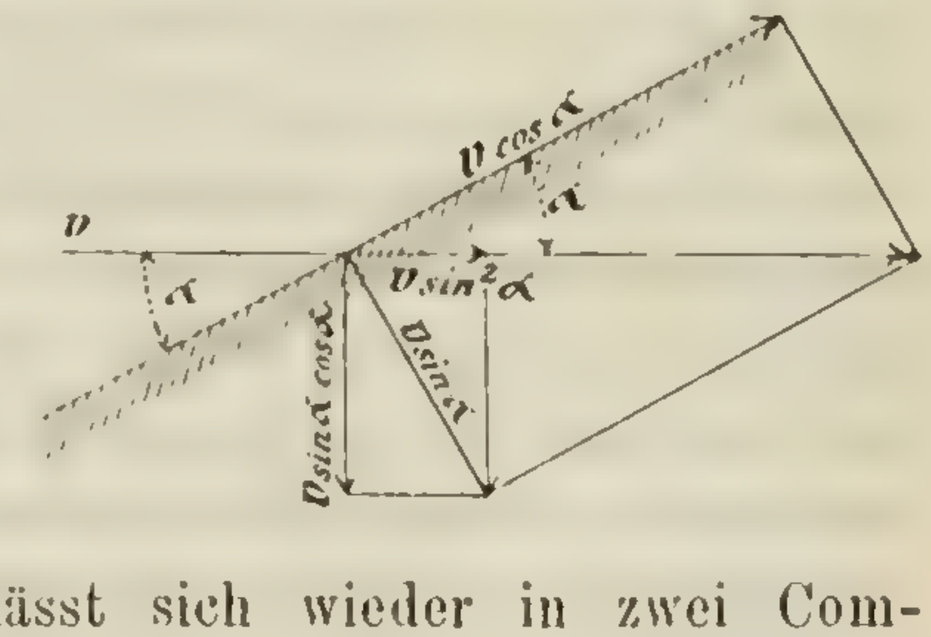
zu bedeutend, und, besonders durch die dabei hervorgerufene Bewegung, für das Auflager der Kuppel schädlich werden.

Theoretisch ausgedrückt soll die Gesammtmasse, sonach auch das Gesammtgewicht, einer Panzerhaube mit der Auftreff-Energie der gegen sie zur Wirkung kommenden Geschosse in einem bestimmten Verhältnisse stehen, das nicht, ohne Gefahr für die ganze Construction, überschritten werden darf; mit anderen Worten: auf die Tonne Kuppelgewicht soll nicht mehr als eine bestimmte Zahl von Meter-Tonnen Auftreff-Energie des Geschosses entfallen.

Für die Bestimmung dieses Verhältnisses liegen wohl einige, wenn auch noch dürftige Daten vor. Aus diesen geht z. B hervor, dass bei einem senkrecht zu seiner Oberfläche treffbaren Panzer (cylindrische Panzer) noch keine Schäden entstanden, wenn auf die Tonne seines Gewichtes nicht mehr als $4{\cdot}4\,mt$ Auftreff-Energie entfielen; dies war bei dem französischen Versuchsthurm bei den Bukarester Schießversuchen der Fall, wo das Thurmgewicht $71\,t$ und die Gesammt-Auftreff-Energie der $15\,cm$ Geschosse (Krupp'sche Ringkanonen) $312\,mt$ betrugen. Hingegen wurden bei der Beschießung eines Tegler Versuchsobjectes schon kleine Schäden an der unteren Construction entdeckt, wobei $7{\cdot}6\,mt$ auf die Tonne Panzergewicht entfielen. Nach diesem ließe sich bei senkrecht treffbaren Panzern im Mittel eine Beanspruchung von 5 bis $6\,mt$ per Tonne Panzergewicht als zulässig annehmen.

Dieses Verhältnis wird natürlich bedeutend günstiger, wenn der Panzer nur schräge zu treffen ist (calotte-förmige Panzer), da sodann nur ein bedeutend kleinerer Theil der Auftreff-Energie zur Bewegungsarbeit in der Richtung des Stoßes umgesetzt werden kann. Bedeutet: E = Auftreff-Energie, v = Endgeschwindigkeit, G = Geschossgewicht, g = Beschleunigung der Schwere; so ist:

$$E = \frac{G\,v^2}{2g}.$$



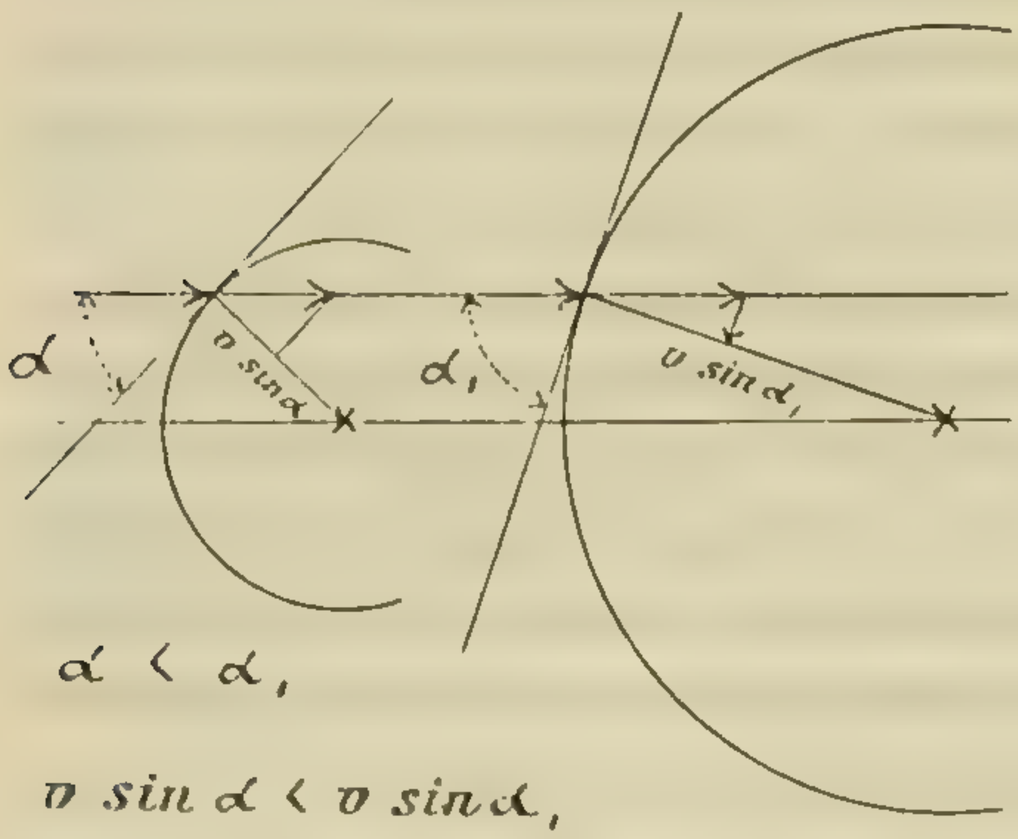
Die Componente von E, in der Richtung der Auftrefffläche kann genau genommen keine Bewegung hervorrufen. Jene normal zur Fläche lässt sich wieder in zwei Componenten zerlegen, wovon eine mit $v \sin \alpha \cos \alpha$, die Panzerhaube auf den Unterbau drückt, während die andere, mit $v \sin^2 \alpha$, eine Verschiebung des Objectes in der Richtung der Flugbahntangente anstrebt. Bei $\alpha = 45°$ kommt so nur

$$\frac{G\,v^2}{2g}\,(\sin^2 45°)^2 = E\,(0{\cdot}5)^2 = \frac{E}{4}$$

zur Wirkung; im Einklange mit dem früheren könnten sonach auf die Tonne Panzergewicht $6 \times 4 = 24mt$ Auftreff-Energie entfallen.

Thatsächlich ergab z. B. die Beschießung einer sphärisch geformten Panzerkuppel (für eine $9cm$ Kanone) mit $9{\cdot}8t$ Gewicht, durch $15cm$ Kanonen auf $1.500m$ Distanz, bei einer Gesammt-Auftreff-Energie von $229mt$, noch vollkommen günstige Resultate, obwohl hier schon $23{\cdot}1mt$ Energie auf die Tonne Panzergewicht entfielen und der Auftreffwinkel noch größer als 45°, nämlich 47°, war.

Bei Objecten mit sehr kleinem Durchmesser wird übrigens noch ein weiteres Heruntergehen mit dem Gewichte insoferne zulässig erscheinen, als hier bei allen Schüssen, deren Flugbahnebenen nicht mit einer Meridian-Ebene der Kuppel zusammenfallen, infolge der kleinen Krümmungshalbmesser, auch im horizontalen Sinne eine rasche Abnahme der schädlichen Componenten der Auftreff-Energie stattfindet, was bei Kuppeln mit großem Durchmesser natürlich nicht in diesem Maße der Fall ist.



Endlich ist hiebei auch die Art der Kuppel-Auflagerung zu erwägen, da in solchen Fällen, wo diese eine kleine Verschiebung erlaubt, ohne das untere Auflager zu schädigen (wie dies beim Weikum-Kugellager der Fall ist) auch größere Beanspruchungen zulässig sein dürften.

Anderseits wäre bei mindergewichtigen Kuppeln, welche frei auf ihrem Auflager aufruhen, zu befürchten, dass dieselben durch die Wucht des Geschossaufschlages und die dabei hervorgerufene Repulsions-Kraft abgehoben und weggeschleudert werden; dies könnte sodann durch Anbringung von Pratzen, oder auch wulstartigen Verstärkungen, welche ein Passieren durch den Vorpanzerring verhindern, verhütet werden. So z. B. wurde bei einem Versuche die Kuppel eines Beobachtungsstandes, welche beiläufig $2{\cdot}8t$ wog, von einem unter 38° gegen ihre Außenfläche auftreffenden $15cm$ Geschosse mit $376m$ Endgeschwindigkeit, vollkommen aus ihrer Lage geschleudert, weil sie eben keine das Abheben verhindernden Versicherungen besaß. Hier entfielen wohl nahezu $100mt$ Auftreff-Energie per Tonne Panzergewicht.

Bei Objecten mit aufgehobenem Rücklaufe der Rohre, welche überdies dem directen Schusse entzogen sind, also nur steiler einfallenden Geschossen mit geringerer Auftreff-Energie zu widerstehen haben, wird

das Gesammtgewicht der Panzerhaube mehr von der Größe des Rückstoßes beim eigenen Feuer, als von ersteren beeinflusst werden; sonach ist diese in Rechnung zu ziehen.

Ist hiebei G das Gewicht des Panzers und G_1 das Geschossgewicht, v_a dessen Anfangsgeschwindigkeit, V hingegen die Geschwindigkeit des ganzen rückspielenden Systems infolge des Rückstoßes, so kann annähernd

$$G_1 \, v_a = G \, V$$

angenommen werden.

Bei einer Mörserkuppel für $15cm$ Mörser betrug hiebei $G_1 = 32kg$. $v_a = 200$ und $G = 5.000kg$, sonach

$$V = \frac{32 \times 200}{5.000} = 1{\cdot}24m;$$

bei dieser Rückspielungs-Geschwindigkeit traten noch keine Störungen ein, während in einem anderen Falle, wo $V = 2{\cdot}0m$ erreichte, bereits wesentliche Zerstörungen im Unterbau zu bemerken waren. Diese Zahlen geben sonach auch Anhaltspunkte, inwieweit hier mit der Reduction der Massen im Verhältnis zur Größe des Rückstoßes gegangen werden kann. Naturgemäß wird aber auch bei derartigen Erwägungen die Art der Auflagerung zu berücksichtigen sein.

b) Nebenbestandtheile der Panzerhauben.

Scharten, Visierschlitze und Mannlöcher.

In Übereinstimmung mit dem Hauptzwecke der Panzer, nämlich dem einer möglichst vollständigen Deckung, pflegt man bei selben stets „Minimalscharten“ anzuwenden. Deren Construction wird entweder *a*) durch die vollständige Aufhebung des Rücklaufes, oder *b*) durch die Anwendung von Minimalscharten-Lafetten ermöglicht.

a) Im ersteren Falle wird das Rohr beim Ertheilen der Elevation oder Depression entweder mittels eines Rohrträgers und kreisförmig tracierter Führungen der mit der Panzerhaube fest verbundenen Lafettenwände um einen in der Schartenenge gelegenen imaginären, oder wirklichen, Pivot gedreht; oder die Drehaxe für die verticale Richtung verbleibt in der Axe der Schildzapfen, welche man sodann, möglichst nahe der Scharte, in entsprechende Angüsse der Kuppel lagert. Tafel VII, Fig. 1 und 8 zeigen Beispiele des ersten, Tafel VII, Fig. 6 und 7 solche des zweiten Systemes. Tafel VII. Fig. 1 u. 8, 6 u. 7.

Bei der erst erwähnten Anordnungsweise braucht das Rohr nicht aus der Scharte zu ragen, auch ist letztere leicht abzudichten; bei dem zweiten Systeme ragt das Rohr aus der Scharte hinaus, wonach eine

vollkommene Scharten-Abdichtung mit großen Schwierigkeiten verbunden ist; auch erhält man hier nur annähernd Minimalscharten, indem die Drehaxe für die Vertical-Richtung nicht in die Scharten-Enge und Außenfläche des Panzers, sondern nur in deren Nähe verlegt ist. Während also das erste System eine bessere Deckung gewährt, ergibt das zweite, bei sonst gleichen Verhältnissen, kleinere Kuppeldurchmesser, sonach auch kleinere Gewichte und geringere Kosten. Bei der einen Anordnung wird nun der Rücklauf des Rohres auf die Führungsbahnen in den Lafettenwänden, bei der zweiten auf die an die Kuppel angegossenen Schildzapfenlager übertragen; diese Constructionstheile sind demnach mit Rücksicht auf diese Beanspruchung zu rechnen.

b) Schon an anderer Stelle wurde erwähnt, dass das vollkommene Aufheben des Rücklaufes bei großen Ladungen eine bedeutende Erschütterung der hiebei beanspruchten Constructionstheile mit sich bringt, und dass man sonach dieses System zumeist nur bei kurzen Rohren, oder kleineren Calibern anzuwenden pflegt. Bei Flachbahn-Kanonen großen Calibers wird hingegen der Rücklauf gemeiniglich nicht aufgehoben, was die Erzielung von Minimalscharten bedeutend erschwert, weil sich sodann die im vorhergegangenen Abschnitte abgeleiteten Bedingungen für deren Zustandekommen nicht ohne besonders eingerichtete Minimalscharten-Lafetten erfüllen lassen.

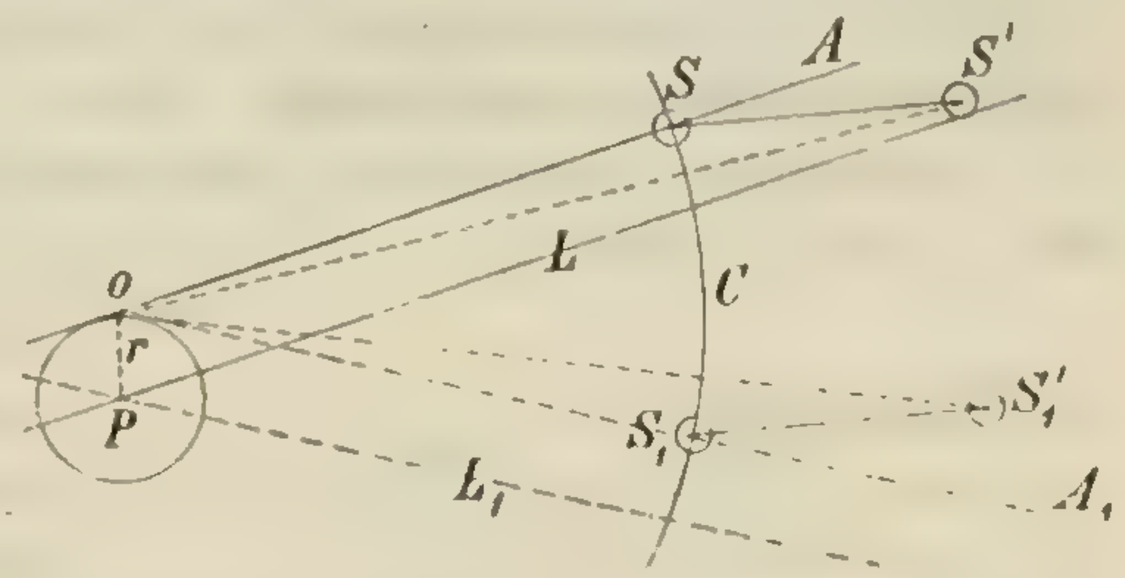
Diesem nach soll die Drehaxe für die Vertical-Richtung des Rohres in, oder wenigstens nächst der Schartenenge, jene für die Horizontal-Richtung aber vertical unter dieser liegen (letztere fällt wohl bei Thurmlafetten meistens weg). Da aber die Rohrmündung beim Schusse über die Schartenenge herausragen soll, damit die Pulvergase möglichst vom Thurm-Innern entfernt werden, so erscheint es zur Erzielung kleiner Schartenengen auch noch wünschenswert, dass das Rohr beim Rücklaufen stets in der jeweiligen Richtung der Rohraxe zurückspiele und in eben dieser Weise wieder vorgeholt werde.

Im allgemeinen lassen sich nun zwei Hauptgattungen von Minimalscharten-Lafetten unterscheiden, nämlich diese, bei welchen das Vorholen des Rohres nach vollführtem Rücklaufe durch das Gewicht und dessen Einwirkung auf der schiefen Ebene geschieht, dann solche, wo das Zurückführen in die Feuerstellung durch Federkraft herbeigeführt wird. Bei beiden Gattungen wird der ersten Bedingung „des Verlegens der Drehaxe für die verticale Richtung in die Schartenenge“ vollauf Rechnung getragen, während das Rückspielen und Vorholen des Rohres in der jeweiligen Richtung der Rohraxe nur bei der zweiten Gattung stattfindet.

Bei beiden Gattungen wird das Rohr beim Ertheilen der Elevation und Depression nicht um die Schildzapfen-Axe, sondern um eine imaginäre, nächst der Schartenenge liegende Axe gedreht; bei der ersten Gattung müssen aber die Schildzapfen dennoch Drehfreiheit besitzen, weil beim Rücklaufe das Rohr nicht in der Axenrichtung zurückspielt, während sie bei der zweiten Gattung nur zur Verbindung des Rohres mit dem Rohrträger dienen.

Als Beispiele für die erste Art seien hier zwei Systeme Gruson'scher Minimalscharten-Lafetten angeführt, von denen das erste auch bei heimischen Lafetten in Anwendung steht. Dessen geometrisches Princip ist durch beistehende Zeichnung versinnlicht, während die Construction einer solchen Lafette in Fig. 3, Tafel VIII zu ersehen ist.

Tafel VIII. Fig. 3.



Das Rohr liegt hier mit den Schildzapfenträgern in kreiscylindrischen Coulissen C der Lafettenwände, welche letztere sich mittels Rollen auf einem gegen rückwärts ansteigenden Rahmen R vor- und zurückbewegen können; dabei ist das Rohr mit einer Leitschiene L (L_1) (in der Tafelzeichnung f, f'), welche sich um einen fixen Vertical-Pivot P (k) drehen kann, durch Führungen derart verbunden, dass es in jeder Lage mit der Rohraxe A, A_1 parallel zur Leitschiene liegt, wonach die Rohraxe beim Ertheilen der Elevation oder Depression stets Tangente zu einem Kreise verbleibt, dessen Halbmesser r gleich dem Abstande zwischen Rohraxe und Leitschiene ist.

Beim Rücklaufe längs der Leitschiene, in welch immer Lage des Rohres, nehmen die Schildzapfen mit Hilfe des Schildzapfenträgers und der erwähnten Führungen die Lafette mit sich und führen sie die Rahmenrampe hinan, wobei sich die Schildzapfen-Axe S, S_1 stets parallel zur schiefen Rahmen-Ebene R bewegen muss und sonach in die Lage S', S_1', gelangt. Hiebei dreht sich die Leitschiene um ihren Pivot und das Rohr, dessen Axe stets parallel zu dieser bleiben muss, um die Schildzapfen-Axe. Nach vollendetem Rücklaufe folgt die Lafette dem Einflusse ihres Gewichtes und kehrt, auf der schiefen Ebene hinabgleitend, wieder in die Feuerstellung zurück.

Damit nun bei dieser Anordnung eine Minimalscharte erzielt werde, muss der Mittelpunkt o jenes Kreises, welchen die Schildzapfen-Axe bei Ertheilung der Elevation oder Depression beschreibt, in, oder wenigstens

nahe der Schartenenge, sonach der Pivot der Leitschiene vertical unter dieser liegen.

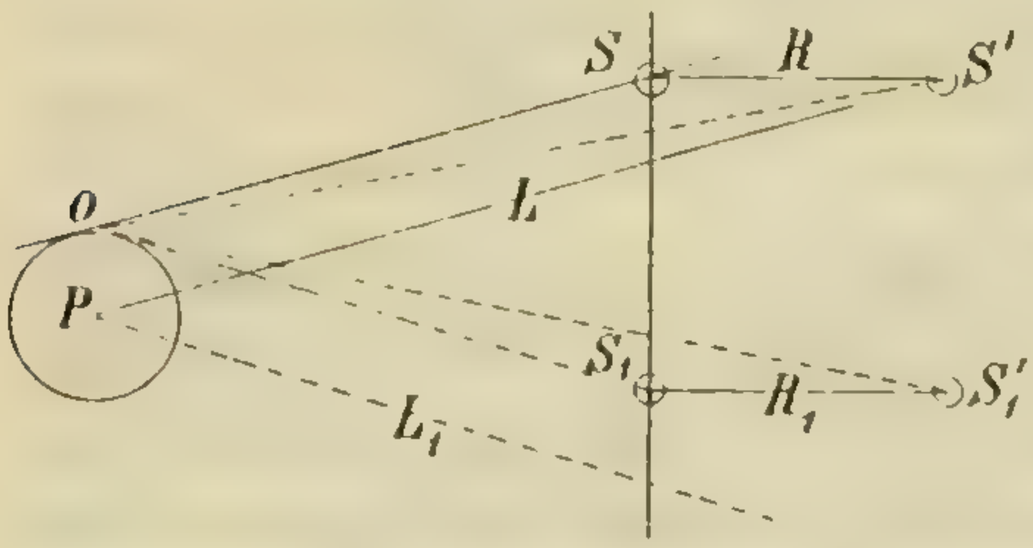
Die Einschränkung des Rücklaufes erfolgt bei diesem Systeme zumeist durch hydraulische Bremsen, deren Brems-Cylinder mit der Leitschiene, und deren Kolben mit dem Rohre, oder umgekehrt, in starrer Verbindung sind.

Das Ertheilen der Elevation und Depression kann entweder mittels einer hydraulischen, oder einer Schrauben-Richtmaschine erfolgen, auf

Tafel VIII. Fig. 4. deren Haupt der Schildzapfenträger ruht, oder auch, wie in Fig. 4, Tafel VIII, mittels eines Zahnbogens, durch entsprechenden Antrieb.

Das zweite, neuere Gruson'sche System, welches bei den meisten größeren Panzerthürmen deutscher Erzeugung im Gebrauch steht, hat im großen und ganzen ähnliche Principien zur Grundlage und ist in beistehender Skizze angedeutet.

Auch hier ist das Rohr mit einer Leitschiene derartig verbunden, dass es mit seiner Axe in jeder Lage parallel zu dieser verbleibt, und bewegt sich beim Rücklaufe längs dieser zurück, während dieselbe um den Pivot P schwenkt. Ebenso sind auch bei diesem System die Schildzapfen drehbar in einem Schildzapfenträger gelagert, der sich mittels Rollen auf einem Rahmen R vor und zurück bewegen kann.



Doch hier ist dieser Rahmen R selbst in verticaler Richtung nach auf- und abwärts beweglich und wird beim Ertheilen der Elevation oder Depression längs entsprechender Führungen der unbeweglichen Lafettenwände durch das Haupt der Richtmaschine gehoben oder gesenkt. Die Schildzapfen-Axe S, S_1 bewegt sich sonach hiebei in einer verticalen Ebene und nicht in einem Kreiscylinder wie beim vorbeschriebenen Systeme.

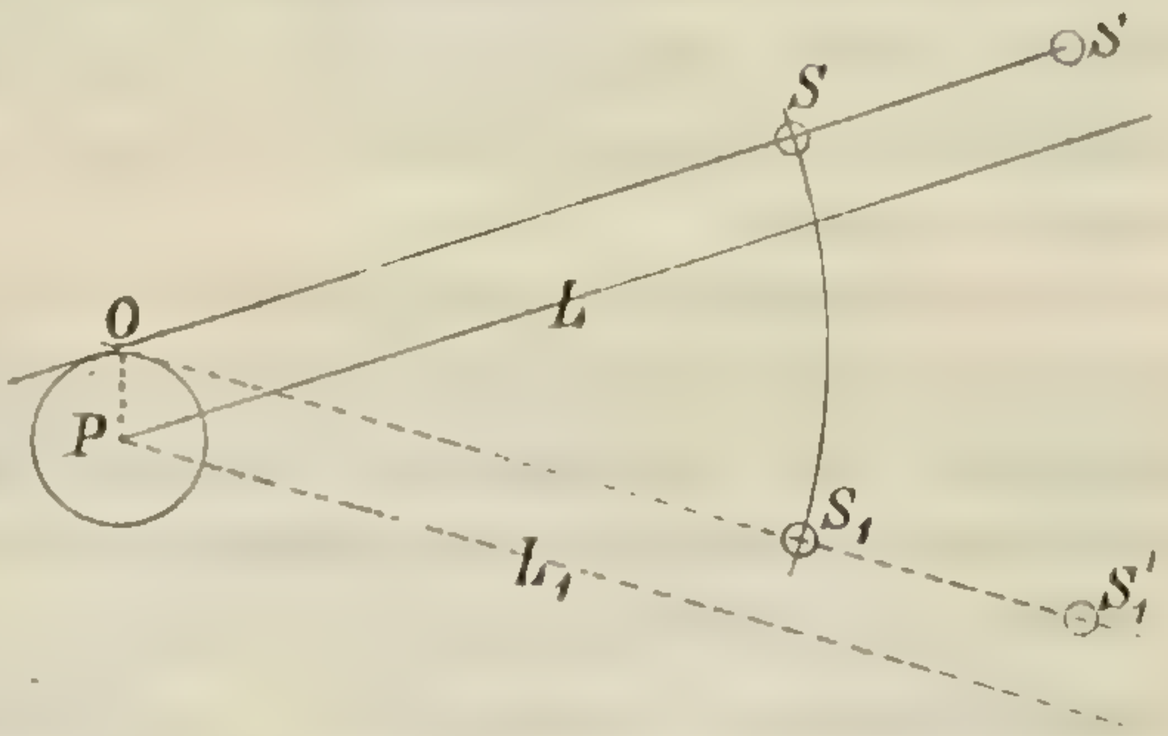
Zur Hemmung des Rücklaufes werden ebenfalls hydraulische Bremsen angewandt; das Heben und Senken erfolgt auch durch eine hydraulische oder Schrauben-Richtmaschine.

Tafel VI. Fig. 1. In Fig. 1, Tafel VI ist eine derartige Minimalscharten-Lafette zu sehen, u. zw. stellt hier l die Leitschiene und P ihren Pivot, R den Rahmen und F_1, F_2 dessen Führungen dar. Das Rohr liegt mit den Schildzapfen in dem Rohrträger T, welcher sich beim Rücklaufe und beim Vorholen mittels der Rollen r_1, r_2 auf dem Rahmen R bewegt;

der Rahmen selbst, ruht vermittels des Sattels *S* auf dem Druckhaupte einer hydraulischen Richtmaschine auf, durch welche er im verticalen Sinne nach auf- und abwärts zu bewegen ist.

Die zweite Hauptgattung von Minimalscharten-Lafetten wird durch das Mougin'sche Lafettensystem vertreten, bei welchem sich das Rohr während des Rücklaufes stets in der Richtung der jeweiligen Rohraxenlage zurückbewegt, wo sonach die Vorführung desselben in die Feuerstellung nicht durch die eigene Schwere erfolgen kann, sondern durch Federwirkung erreicht wird. Dieser Umstand spricht zwar nicht für dieses System, da die Federkraft nie so verlässlich als die Schwerkraft bleibt, doch ist anderseits das geometrische Princip dieser Lafette noch einfacher und gestattet, infolge des Übereinfallens der Rücklaufrichtung mit der Rohraxe, die Construction von Minimalscharten auch dann, wenn das Rohr über die Schartenenge herausragt, was bei den früher besprochenen Systemen nicht in dem Maße der Fall ist.

In dem das geometrische Princip dieser Lafette andeutenden Schema bedeuten *OS*, *OS*$_1$ die jeweiligen Lagen der Rohraxe bei der grössten Depression und Elevation, *L*, *L*$_1$ die entsprechenden Stellungen des Rohrträgers und *P* dessen Drehaxe. *S*, *S*$_1$ bezeichnet die Lage der Schildzapfen-Axe vor, und *S'*, *S*$_1$' nach dem Rücklaufe.



Auf Tafel VI, Fig. 5 sind die Details einer derartigen Lafette zum Ausdrucke gebracht. Hier ist *a* der Rohrträger, welcher um eine vertical unter der Schartenenge liegende Drehaxe verschwenkt werden kann, und in welchem das Rohr beim Rücklaufe derartig geführt wird, dass es stets in der Richtung seiner Axe zurückspielt; hiebei drückt es den Kolben *b* in den Bremscylinder *c*, wodurch die Bremsflüssigkeit im Wege eines Verbindungs-Canales in den unterhalb angebrachten Cylinder *d* gepresst wird und dadurch die kräftige Belleville-Feder *e* zusammendrückt. Nach vollendetem Rücklaufe drückt diese Feder wieder die Bremsflüssigkeit in den oberen Cylinder und holt so mittels des Kolbens *b* das Rohr wieder in die Feuerstellung vor. Die Ertheilung von Depression und Elevation geschieht mittels des Kolbens *f* auf hydraulischem Wege.

Tafel VI. Fig. 5.

Ob nun das Rohr nach dem einen, oder dem anderen der erwähnten Systeme, mit oder ohne Rücklauf, eingelagert ist, so erfolgt die Construction der Scharte stets derart, dass deren innere Begrenzung durch die Umhüllungsfläche aller denkbaren Rohrlagen gebildet wird, wobei aber noch auf entsprechenden Spielraum, dann dort, wo das Richten durch die Scharte erfolgt, auch auf alle möglichen Lagen der Visierlinie Rücksicht zu nehmen ist.

Bei den älteren Systemen drehbarer Panzerobjecte wurde für das genaue Einstellen der Horizontal-Richtung den Lafetten, oder ihren Rahmen, auch eine geringe Wendbarkeit (von 1 bis 2°) gegeben, welche sodann ebenfalls bei der Scharten-Construction zu berücksichtigen war. Bei allen neueren Entwürfen entfällt dies, da auch die genaue Einstellung durch Drehen des ganzen Panzerobjectes erreicht wird; hier ist also bei Bestimmung des Scharten-Umrisses nur auf die Drehung um den Pivot für die Vertical-Richtung, sonach auf die größte Elevation und Depression des Rohres in der Feuerstellung, bezw. während des Rücklaufes, Rücksicht zu nehmen.

Eine besondere Erörterung bedarf aber die Frage, ob und wann auf das Richten durch die Scharte gerechnet werden soll, indem hiedurch deren Abdichtung gegen die Gase der Brisanzbomben unmöglich gemacht wird.

Das Richten durch die Scharte ist naturgemäß nur bei solchen Geschützen wünschenswert, bei welchen man den directen Schuss anwenden will: also stets bei leichten Nahkampf-Geschützen, manchmal auch bei schweren Flachbahn-Kanonen und selbst bei Haubitzen.

Bei solchen Objecten, wo das Rohr mit seinen Schildzapfen in Kuppel-Angüssen eingelagert ist, wo sich also der Pivot für die Ver-
Tafel VII. tical-Richtung nicht in der Schartenenge befindet (siehe Fig. 7, Tafel VII),
Fig. 7. wird das Richten anstandslos durch die Scharte erfolgen können, da hier von einer Abdichtung derselben gegen die Gase der Brisanzbomben nicht gut die Rede sein kann. Hingegen wird man bei Drehpanzern, deren Rohre den wirklichen oder imaginären Drehpunkt für die Elevation und Depression in der Scharte haben, den Visierschlitz lieber seitwärts, oder diametral entgegengesetzt anordnen, damit durch ihn die Scharten-Dichtung nicht behindert wird. Das Nehmen der Horizontal-Richtung und die Bestimmung des Terrainwinkels kann hiebei entweder durch den selbständigen Visierschlitz, oder auch mittels eines Mannloches
Tafel VI. (siehe Fig. 1, Tafel VI) erfolgen. Bei Geschützen, welche in erster
Fig. 1. Linie oder ausschließlich zum Kampfe gegen Truppen, also bewegliche Ziele, bestimmt sind, dürfte aber im Interesse des raschen Zielerfassens doch das Richten durch die Scharte anzustreben sein.

Wo keine Abdichtung angestrebt wird, pflegt man den Spielraum in der Scharte mit beiläufig 20*mm* zu bemessen, hingegen entfällt derselbe bei Abdichtung nahezu gänzlich.

Die Abdichtung kann nun entweder mittels Kautschuk-, Asbest-, Hanf-, oder weichen Metallringen erfolgen, welche auf den Rohrkopf aufgezogen werden, oder wird der Rohrkopf selber sphärisch gestaltet, wie bei den Krupp'schen Panzerständen. (Fig. 5, Tafel VIII.) Letztere Art kann aber bei Stauchungen durch Geschossaufschläge leicht zur Verklemmung des Rohres führen. Tafel VIII. Fig. 5.

Eine besonders sinnreiche und vollkommene Dichtungsmethode mittels Futterröhren zeigt endlich Fig. 6 auf Tafel V; dieselbe wird bei den betreffenden Panzerthurm-Beispielen näher beschrieben. Tafel V. Fig. 6.

Da die Scharten stets eine Schwächung des Panzers hervorrufen, was insbesondere bei den Schartendecken zu Tage tritt, so pflegt man die Schartengegend durch sogenannte Schartenbusen (Fig. 8, Tafel VII), oder auch stählerne Schartenblöcke (Fig. 1, Tafel V) zu verstärken. Erstere sind mit Rücksicht auf die Verstärkung der schwachen Schartendeckentheile vorzuziehen; doch ist ihre Herstellung bei gewalztem Panzer-Materiale schwierig, bei Gussmateriale hingegen unterliegt dies gar keinem Anstande. Tafel VII. Fig. 8. Tafel V. Fig. 1.

Mannlöcher dienen als Beobachtungsöffnungen und erhalten eine solche Größe, dass der Beobachtende durch selbe bequem seinen Kopf durchstecken kann. Sie kommen (wegen Schwächung der Kuppel) zumeist nur bei den größeren, gewöhnlich zweirohrigen Panzern zur Anwendung und sind sodann rückwärts des Kuppel-Zenithes und zwischen den Rohraxen-Ebenen angebracht. Gewöhnlich werden sie auch mit Visierkorn und Aufsatz ausgestattet und dienen sodann zum directen Richten. Da sie nur zeitweise benützt werden, für gewöhnlich aber abzuschließen sind, so erhalten sie kräftige Stahldeckel, die ihres bedeutenden Gewichtes halber derartig ausbalanciert werden sollen, dass der Beobachtende imstande ist, dieselben ohne besondere Anstrengung mittels seiner Schultern zu heben. (Siehe Fig. 14 auf Tafel V.) Tafel V. Fig. 14.

c) Innere Gliederung und Auflager der Panzerhauben.

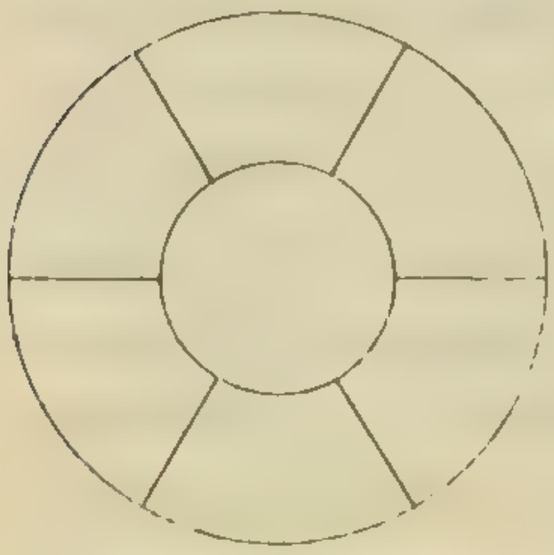
Mit Rücksicht auf Festigkeit und Widerstandsvermögen sollten Panzerhauben am besten aus einem Stücke bestehen. Doch setzen sich dieser Anforderung bei größeren Kuppeln bedeutende technische Schwierigkeiten entgegen, u. zw. nicht nur vom Standpunkte der Erzeugung, sondern auch von dem der Transportfähigkeit und der Bau-

ausführung; bei größeren Panzerthürmen ist man sonach zumeist gezwungen, die Panzerhaube aus mehreren Stücken zusammenzusetzen.

Die Untertheilung wird nun je nach dem angewandten Panzer-Materiale auf verschiedene Weise durchgeführt.

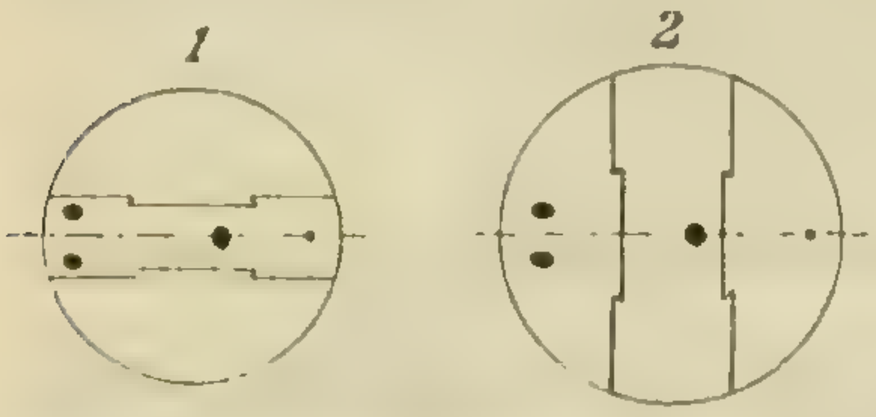
Hartguss-Kuppeln werden aus radial gestellten Seitentheilen und einer centralen Kopfplatte zusammengesetzt, wobei letztere auch oft aus Walzeisen hergestellt wird (siehe Fig. 1, Tafel VI und die untenstehende Skizze), die Seitentheile stoßen dabei, ohne jede Verbindung, gleich Gewölbsquadern, stumpf aneinander; ein Vorgang, der bei dem großen Gewichte, also Beharrungsvermögen der einzelnen Stücke, vollkommen zulässig erscheint. Manchmal kommen überdies zu ihrer Verbindung auch Dübel in Anwendung.

Tafel VI. Fig. 1.



Die Stoßflächen werden durchaus nicht ihrer ganzen Ausdehnung nach glatt bearbeitet, sondern es erfolgt der Zusammenstoß nur mittels genau abgefräster, etwas vorspringender Arbeitsleisten, da ein vollkommen sattes Anschließen großer Flächen technisch schwer ausführbar erscheint und auch theuer zu stehen kommt. Oft wird der von den Arbeitsleisten eingeschlossene Hohlraum mit leichtflüssigem Materiale ausgegossen, das erhärtet, sodann auch als eine Art Dübel wirkt. Die Kopfplatte liegt stumpf oder mit einem Falz auf den Seitentheilen auf.

Bei den ersten Walzeisenkuppeln wurde nun auch dieselbe Art der Plattentheilung angewandt, dabei waren aber alle Platten auf einer Stahlblechhaut angebolzt; doch verließ man dieses System bald, welches dem Charakter des Materiales nicht entspricht. Nun theilt man die Walzeisenkuppeln nach Parallelkreisen, senkrecht oder parallel zu den Rohraxen, und verbindet sodann die Theile mittels Feder und Nuth, oder auch durch Dübel.

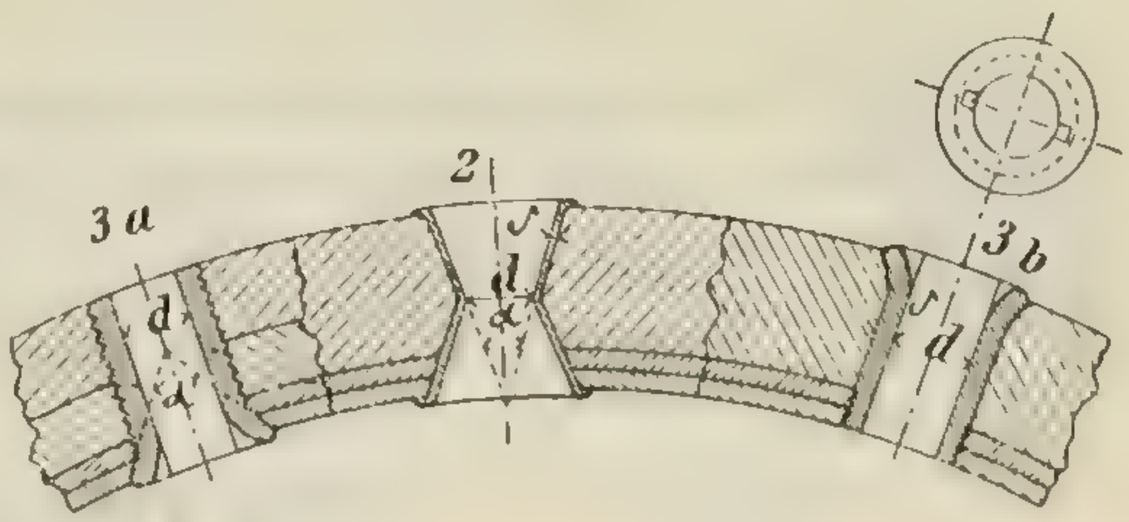


Von beiden hier angedeuteten Anordnungen scheint die zweite wohl vortheilhafter zu sein, da hier die Fugen senkrecht auf die wahrscheinlichste Treffrichtung stehen, und weil so die Schwächung durch Öffnungen auf alle drei Platten vertheilt ist, während bei der ersten Anordnung sich alle Durchlochungen in einer Platte befinden. Auch bei diesem Systeme werden Stahlblech-Calotten (zumeist aus zwei Lagen 20*mm* Bleche) verwendet, welche zum gemeinschaftlichen Auflager aller Platten dienen und mit

diesen durch Schraubenbolzen verbunden werden. (Siehe Fig. 11, Tafel V.) Tafel V. Fig. 11.
Diese Bleche haben übrigens noch den Zweck, das Herabfallen von etwa abgetrennten Plattentheilen zu verhindern, dann Plattensprünge dem Blicke der Thurmbesatzung zu entziehen.

Bei Walzeisenkuppeln werden manchmal auch Lamellen-Panzer verwendet, bei welchen die Panzerhauben aus mehreren schwächeren, übereinander gelegten Lagen bestehen, welche untereinander durch Schraubenbolzen, oder auch Hohlnieten, verbunden sind. Jede solche Lage kann sodann wieder aus mehreren, voll auf Fug angeordneten Platten bestehen. Obwohl derartige Kuppeln leichter zu erzeugen sind, so ist von ihrer Verwendung abzurathen, da die vielfache Untertheilung zur Schwächung des Panzers beitragen muss, indem Fugen und Verbindungstheile stets schwache Punkte bleiben.

Zur Verbindung von Lamellen untereinander, oder von Panzerplatten mit den Blech-Calotten werden entweder Nieten, oder Schraubenbolzen gebraucht. Gewöhnliche Nieten mit herausragenden Köpfen sind unpraktisch, da letztere beim Auftreffen von Geschossen leicht abspringen und sodann im Innenraume des Panzers selbst als Geschosse wirken. Besser sind Hohlnieten, nach untenstehender Skizze, welche auf hydraulischem Wege eingezogen werden und auch als Ventilations-Öffnungen dienen. Am verbreitetsten und besten ist aber die Verwendung von Schraubenbolzen mit versenkten Köpfen, welche die Blech-Calotte oder untere Lamelle durchsetzen und in die obere Lage nur theilweise eingreifen. Bei derartig angebrachten Bolzen sollen die Köpfe nicht abspringen, doch sicherer sind immerhin noch Bolzen ohne Köpfe, wie in Fig. 11, Tafel V. Auch hohle Schraubenbolzen, wie in nebenstehender Figur, finden Anwendung. Tafel V. Fig. 11.



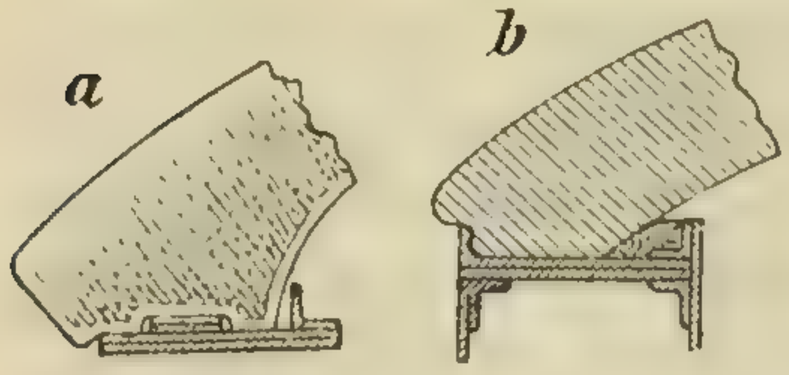
Panzerhauben aus Flusseisen sind bis nun (soweit hier bekannt) nur aus einem Stücke erzeugt worden, wie dies für Kuppeln kürzerer Rohre (Mörser, Haubitzen oder leichte Flachbahn-Kanonen) stets zulässig erscheint. Für schwere Flachbahn-Kanonen müssten jedoch derlei Panzerhauben auch untertheilt werden: am besten in nur zwei Theile, welche sodann in einer Meridian-Ebene zusammenstoßen würden; oder, wenn sich so noch immer zu große Stücke ergeben sollten, nach Art der Hartgusskuppeln, mit radialen Seitentheilen und einer Kopfplatte. Im

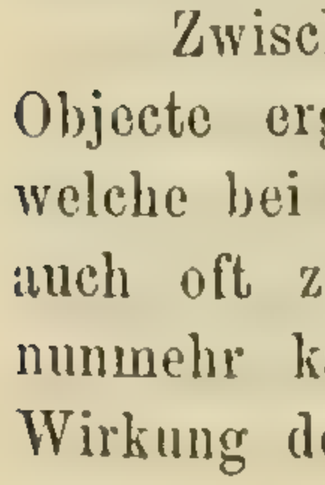
ersteren Falle könnte die Verbindung der beiden Hälften auf gleiche Weise, wie bei den nach Parallelkreisen zusammenstoßenden Walzeisenplatten erfolgen; im zweiten Falle wären die Stoßflächen der stärkeren Seitentheile auch mit Arbeitsleisten zu versehen, und die Verbindung sodann ähnlich wie bei Hartgusstücken durchzuführen.

Flusseisen-Kuppeln, welche aus einem Stücke bestehen, erhalten oft nahe dem unteren Rande einen schmiedeisernen Armierungs-Ring, welcher im warmen Zustande aufgezogen wird und bei vorkommenden durchgehenden Sprüngen die einzelnen Kuppeltheile zusammenhalten soll.

Das Auflager der Panzerhauben auf den Unterbau ist ebenfalls je nach dem angewandten Panzer-Materiale verschieden.

Bei Hartgusspanzer (*a*) werden die Auflageflächen ähnlich den Stoßflächen der Seitentheile behandelt und erhalten etwas vorragende, sorgfältig abgefräste Leisten, mit welchen sie entweder ein aufgenietetes Richtblech des Unterbaues umfassen, oder zwischen deren Hohlräumen wieder ein leichtflüssiges Metall eingegossen wird. Walzeisenpanzer (*b*) liegen auf der Blech-Construction des Unterbaues unmittelbar auf, und stemmen sich dabei, gleich Bogenträgern, gegen einen kräftigen, geschmiedeten Stützschenkel. Oft werden sie mit den Gurtblechen noch durch Schraubenbolzen verbunden; auch wird der Spielraum zwischen Innenfläche des Panzers und dem Stehblechwinkel mit leichtflüssigem Metalle ausgegossen. Wenn Flusseisenpanzer nicht unmittelbar auf der Laufvorrichtung auflagern sollten, so könnten sie in nebenstehender Weise auf die untere Construction gestellt werden.





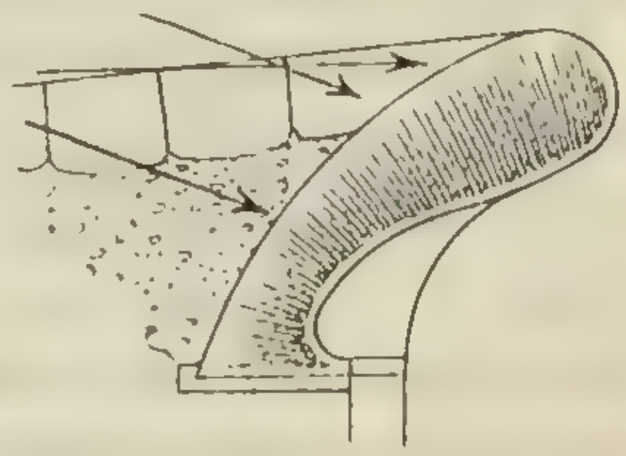
2. Der Vorpanzer.

Der Vorpanzer hat den Zweck, das Auflager der Panzerhauben — sei es die Laufvorrichtung, oder den ober dieser eingeschalteten Blech-Unterbau — gegen die Geschosswirkung zu schützen, dann dem Mauerwerke, welches die Eisen-Construction umschließt, als Armierung zu dienen.

Zwischen dem Vorpanzer und dem Blechunterbau größerer Objecte ergibt sich naturgemäß ein freier Raum, die „Ringgalerie“, welche bei älteren Panzerthurm-Modellen sowohl zur Communication, als auch oft zur Anbringung von Munitions-Aufzügen ausgenützt wurde: nunmehr kann sie ihrem früheren Zwecke nicht dienen, weil sie der Wirkung der Brisanzbomben-Gase ausgesetzt ist, welche zwischen den

Rändern des Vorpanzers und der Panzerhaube, also durch den „Ringschlitz“ eindringen können. Der Ringschlitz ist hinwieder für die freie Bewegung der drehbaren Panzerhaube unerlässlich. Um das stetige Freihalten des je nach Größe der Objecte, einige Centimeter breiten Ringschlitzes zu gewährleisten, erscheint es vortheilhaft, den Vorpanzer aus einem nicht deformierbaren Materiale zu erzeugen, bei welchem man nicht Gefahr läuft, dass es bei Aufbeulungen durch Geschosstreffer den Ringschlitz verlegt. Aus diesem Grunde werden die Vorpanzer noch heute zumeist aus Hartguss erzeugt, obwohl man auch in jüngster Zeit Flusseisen dazu verwendet.

Früher war der Hartguss das einzig hiefür übliche Material. Einerseits mit Rücksicht auf größere Widerstandsfähigkeit (mit Bezug auf das schiefe Auftreffen der Flachbahngeschosse), anderseits im Hinblicke auf die Schaffung einer geräumigen Ringgalerie erhielt der Vorpanzer dabei allgemein nebenstehende Profilierung, welche sich übrigens auch noch bei allen modernen, größeren Objecten vorfindet. Die nach unten abnehmende Stärke des Panzers begründet sich hier dadurch, dass derselbe in den tieferen Lagen gegen steiler einfallende Schüsse besser durch die Mauerwerk-Vorlage geschützt wird, während vollkommen flache Schüsse überhaupt den Panzer im unteren Theile nicht erreichen können, insolange die Vorlage nicht vollkommen zerstört ist, was bei ihrem Materiale (Beton mit oder ohne Urgestein-Abpflasterung) nicht angenommen werden kann.



Tafel V.
Fig. 1.

Die Höhe des Vorpanzers wird bei solchen Objecten, welche der directen Beschießung durch Flachbahn-Geschütz und dem Wurfe aus schweren Mörsern ausgesetzt sind, gewöhnlich mit einem Meter angenommen; doch dies nur an den gegen das Angriffsfeld gekehrten Seiten, während die der Kehle zugewendeten Theile des Vorpanzerringes bedeutend niederer (60 bis 80*cm*), ebenso auch schwächer gehalten werden. Diese Maße sind zweifellos mit großer Vorsicht gewählt und beziehen sich auf die Annahme, dass durch wiederholte Bombentreffer in der Vorlage ein derartig tiefer Trichter entstehen könnte, dass er den Vorpanzer bloßlegt und ihn sodann der Wirkung von Flachbahn-Geschossen aussetzt. Doch wie viele Bombentreffer müssten dort zusammenfallen, bis in dem harten Material der Vorlage ein solcher Trichter erzeugt wird? Und wie gering ist die Wahrscheinlichkeit eines derartig eng gruppierten Trefferbildes bei Wurfgeschützen! Wenn man dies erwägt, ferner bedenkt, dass der Nutzen der Ringgalerie nunmehr bedeutend

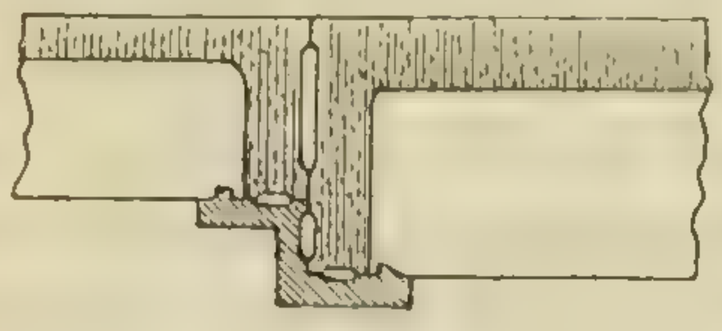
abgeschwächt ist (indem sie höchstens benützt werden kann, um Sprengstücke, welche sich in den Ringschlitz eingeklemmt haben, ohne eigene Gefährdung, zu entfernen), wenn man endlich die großen Kosten in Rechnung zieht, welche derartig tiefe und umfangreiche Vorpanzer aus einem so theuren Materiale wie Hartguss erfordern: so begreift man, dass in letzterer Zeit eine Strömung überhand nimmt, welche die starken und tiefen Vorpanzer bedeutend verkleinern will und zu solchen Profilen
Tafel VII. greift, wie sie in Tafel VII, Fig. 1 und 2 dargestellt sind. Dieselben
Fig. 1 u. 2. haben auch noch den Vortheil, dass der Anschluss des Mauerwerkes und seiner Abpflasterung an den Vorpanzer günstiger wird.

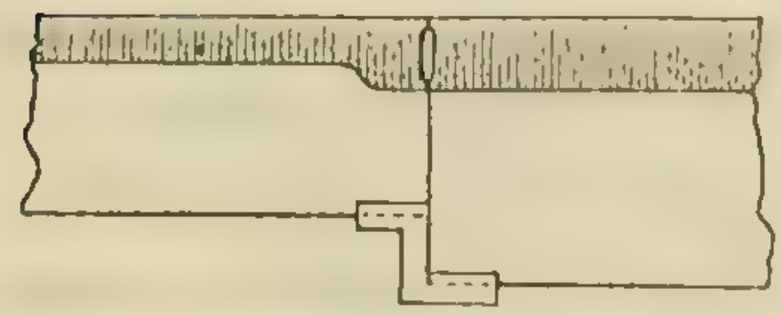
Bei den dem directen Flachbahn-Schusse vollkommen entzogenen Objecten kann diese Verminderung auch weiter greifen und zu Vorpanzern führen, welche nur mehr Armierungsringen des Mauerwerkes gleichen und welche mit der Unterlage der Laufvorrichtung in einem
Tafel VII. Stücke gegossen sind, Tafel VII, Fig. 6.
Fig. 6.

Bezüglich des Materiales wurde schon betont, dass hiefür Hartguss (wegen seiner geringen Deformierbarkeit) oder auch Flusseisen gewählt wird; letzteres ist zwar eher aus seiner Form zu bringen, wird sonach leichter aufgebeult, es wird aber nicht so leicht rissig, weshalb hier ein Abtrennen und Verklemmen von Stücken im Ringschlitze schwerer als bei Hartguss vorkommen kann. Manchmal findet sich auch Walzeisen in einer dem Zwecke der Vorpanzer ähnlichen Verwendung, nämlich
Tafel VIII. als Schutzplatte unter diesem, z. B. wie in Fig. 1, Tafel VIII.
Fig. 1.

Die Gliederung und Auflagerung der Vorpanzer sind wieder, je nach dem angewandten Materiale und dessen Profilierung, verschieden.

Hartguss-Panzer grösserer Dimension und älteren Profiles werden
Tafel V. gemeiniglich mit Pfeiler-Verstärkungen versehen (siehe Fig. 1, 4, Tafel V)
Fig. 1 u. 4. und in ähnlicher Art gegliedert wie die Seitenstücke von Hartguss-Kuppeln; die Pfeiler dienen zur Versteifung der ganzen Construction und sollen auch das Einstürzen größerer abgetrennter Theile des Panzers verhüten. Die Zusammenstöße der einzelnen Blöcke sind zumeist in der Symmetrie-Ebene der Pfeiler angeordnet; unter den Pfeilern befinden sich Fundamentplatten aus Gusseisen, mittels welcher die Blöcke auf den Mauerwerk-Pfeilern aufruhen. Bei Zusammenstößen von Profilen verschiedener Höhe sind diese Fundamentplatten abgetreppt. Manchmal werden übrigens auch

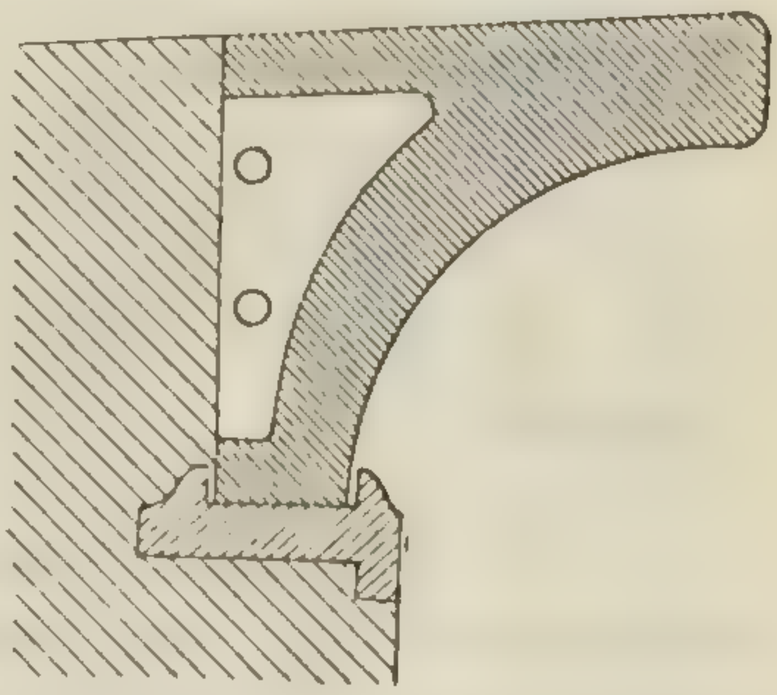




derartige Vorpanzer ohne Pfeiler (alte französische Anordnung) ausgeführt, welche sodann ebenfalls an den Stößen Unterlagsplatten erhalten, die bei wechselndem Profile auch abgetreppt sein müssen.

Über die Stärkeberechnung von Hartguss-Vorpanzer lassen sich wohl keine halbwegs brauchbaren theoretischen Regeln aufstellen, da hier stets die Vorlage mit in Anschlag gezogen werden muss. Bei den neueren belgischen und französischen Constructionen wurden die oberen größeren Stärken mit etwa 350, die unteren mit 250*mm* gewählt, dabei beträgt der Neigungswinkel im unteren, steilen Theile bei 60°.

Die Stärken von Hartguss- und Flusseisen-Vorpanzer neueren Profiles sind aus den Fig. 1, 2, 7, 8, der Tafel VII zu ersehen.



Tafel VII. Fig. 1, 2, 7, 8.

Die Blöcke der Flusseisen-Vorpanzer stoßen entweder nur stumpf oder auch mit Arbeitsleisten aneinander. Auch diese können übrigens mit Rippen construiert werden, bei welchen eine Verschraubung der aneinanderstoßenden Panzerstücke erfolgen kann. Ein derartiges Profil könnte bei größeren Objecten zur gleichzeitigen Bildung einer Ringgalerie Verwendung finden.

3. Die tragende Construction.

Der Blechunterbau.

Bei den Panzerthürmen liegt die Kuppel auf einem Blechunterbau, welcher auch das Bedienungs-Podium aufnimmt, und so die Last der ganzen drehbaren Construction auf die Laufvorrichtung, oder auf das Haupt des Central-Pivots, überträgt. Tafel V. Tafel VI. Fig. 1, 3.

Bei den Panzerlafetten ruht die Kuppel unmittelbar auf den Lafettenwänden, welche hier an Stelle des Blechunterbaues treten und durch ein kräftiges Querstück vereint werden, welches auf dem Pivot-Zapfen aufliegt. Tafel VII. Fig. 1.

Drehkuppeln entbehren vollkommen einer derartigen tragenden Construction, da hier die Panzerhaube selbst auf der Laufvorrichtung für die Drehbewegung aufruht. Tafel VII. Fig. 6.

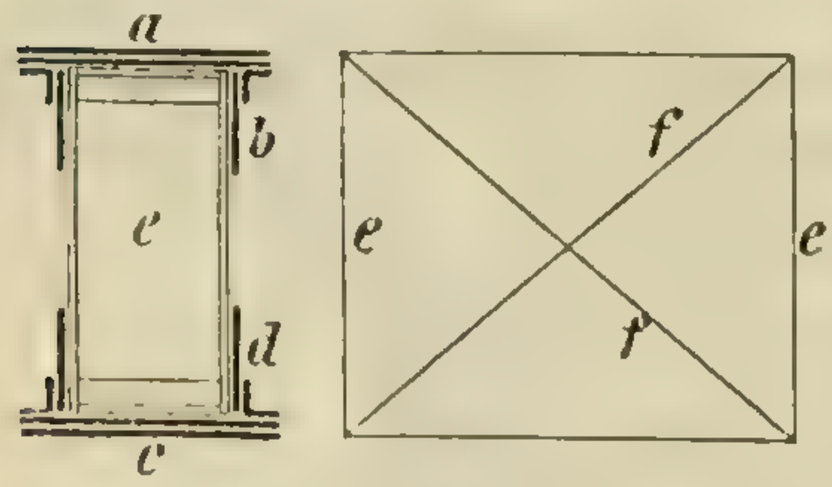
a) Der Blechunterbau bei Panzerthürmen mit Laufvorrichtung am Rande wird fast allgemein nach dem Gruson'schen System hergestellt.

Tafel V. Fig. 1, 2.

Dieses besteht aus einem ringförmigen Walzblechträger, dessen Obergurt das Auflager der Kugel bildet und an dessen Untergurt der bewegliche Theil der Laufvorrichtung (der obere Laufkranz) angebracht ist; ferner aus einer Anzahl von geraden Trägern, welche das Bedienungs-Podium und die Geschütze u. s. w. tragen und mit dem Ringträger in fester Verbindung stehen.

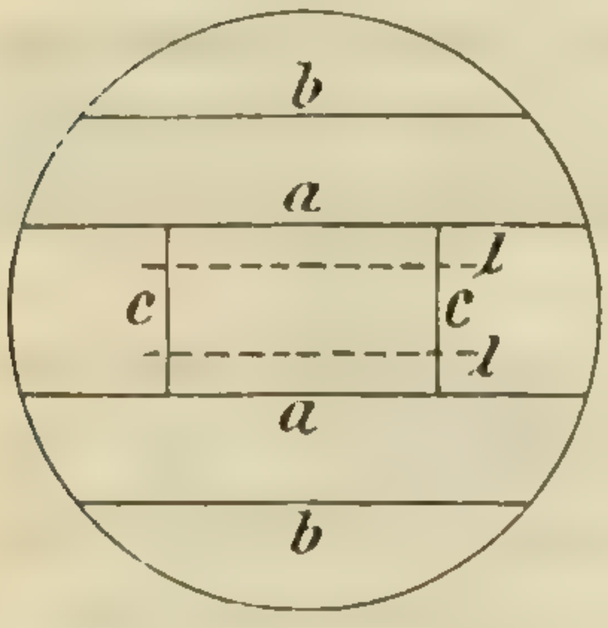
Der ringförmige Blechträger weist folgende Theile auf:

Obergurt *a*, welcher zumeist aus einer Doppellage von Blechen besteht, mit seinen Stehblechen *b* und Verbindungswinkeln. Untergurt *c* mit den Stehblechen *d* und Winkeln. Ständer *e* (gewöhnlich vertical gestellte I-förmige Walzträger-Stücke), welche durch Winkel sowohl mit den beiden Gurten, als auch den Stehblechen verbunden sind. Schiefe Streben *f*, welche zur Versteifung des ganzen Systemes dienen.



Die Höhe der Ständer hängt von der nothwendigen Höhe des Bedienungsraumes ab; deren Entfernung von einander wird beiläufig gleich ihrer Höhe gehalten, so dass die Streben-Kreuze unter 45° geneigt sind. Die Breite der Ständer beträgt beiläufig $^1/_{10}$ bis $^1/_{15}$ des lichten Unterbau-Durchmessers. Ihre Stärke ist nicht nur mit Rücksicht auf die darauf ruhende Last zu bestimmen, sondern auch im Hinblicke auf Geschossaufschläge, welche die Kuppel gegen den Unterbau herabdrücken.

Die Träger des Bedienungs-Podiums und der Geschütze scheiden sich in Haupt- und Nebenträger. Erstere *a* correspondieren in ihrer Lage oft mit den Lafettenwänden *l*, welche entweder unmittelbar, oder mittels eingeschalteter Querträger *c* auf diesen aufruhen. Die Nebenträger *b* tragen nur das Podium, welches zumeist aus Pfosten besteht und am Rande noch durch ein, an die Stehbleche des Ringträgers angenietetes Winkelblech gestützt wird. Haupt- und Nebenträger sind mit dem Ringträger durch Knotenbleche und Winkel verbunden. Die Querträger sind oft an die Hauptträger angeholzt, damit ihrer raschen Entfernung beim Auswechseln der Rohre nichts im Wege steht. Sowohl die Haupt-, als auch die Querträger, welche zur Unterstützung der Lafettenwände dienen, sind nicht nur mit Rücksicht auf die ruhende Last, sondern auch gegen den Rückstoß der Geschütze (bei größter Elevation) zu berechnen.



b) Der Blechunterbau von Panzerthürmen mit Central-Pivot nach Mougin'scher Anordnung besteht ebenfalls aus einem ringförmigen, der Panzerhaube als Auflager dienenden Träger, der mit einem Systeme gerader Träger verbunden ist, welches die Last der ganzen beweglichen Construction auf das Druckhaupt des Central-Pivots überträgt. Der Ringträger ähnelt in seiner Einrichtung dem Gruson'schen, doch besitzt er keinen eigentlichen Untergurt und erhält statt der gewalzten Ständer Blechversteifungen in I-Form. Die Hauptträger dienen gleichzeitig als Lafettenwände, sind ihrem Zwecke entsprechend annähernd trapezförmig gestaltet und aus kräftigen Blechen zusammengesetzt. Zur weiteren Stützung des Ringträgers zweigen senkrecht auf die Hauptträger noch Consolträger ab. Untereinander sind die Hauptträger durch Verbindungsbleche versteift, deren unterstes das Auflager des ganzen Trägergerippes auf jener mächtigen Gussplatte bildet, die das Druckhaupt des hydraulischen Pivots bildet. Tafel VI. Fig. 3.

c) Bei den Panzerlafetten mit Central-Pivots bilden die Lafettenwände ebenfalls gleichzeitig die Tragwände der ganzen Construction. Dieselben sind mit der Panzerhaube entweder unmittelbar durch Anschlusswinkel, Nieten und Bolzen verbunden, oder es ist zwischen der Panzerhaube und den Tragwänden eine Blech-Calotte eingeschaltet, welche mit ersterer durch Schraubenbolzen, mit letzteren durch Winkel und Nieten verbunden ist. Diese Anordnung findet besonders dort statt, wo die Panzerhaube aus mehreren Stücken besteht. Auch hier ruhen die Tragwände mittels der untersten Querversteifung (und eines flachen Spurzapfens) auf der Pivot-Säule auf. Tafel VII. Fig. 1.

Da bei diesem Systeme die Tragwände gleichzeitig die Lafettenwände bilden, in deren Führungen die Rohre bei aufgehobenem Rücklaufe vermittels Rohrträgern eingelegt sind, so müssen deren Abmessungen auch im Hinblicke auf den Rückstoß der Geschütze berechnet sein.

4. Drehvorrichtungen.

Wie schon früher erwähnt, können sich die Panzer bei der Drehbewegung entweder mit dem Rande auf eine Laufvorrichtung stützen, oder central auf einer Pivot-Säule aufruhen. Ersteres ist bei den Panzerthürmen zumeist, dann auch bei den Drehkuppeln der Fall, während letzteres System bei den Panzerlafetten und nur selten bei Panzerthürmen angewandt wird.

Die Laufvorrichtung hat den Zweck, die gleitende Reibung zwischen den Rändern des drehbaren Theiles und seiner Unterlage in eine

rollende zu überführen, was entweder mittels Rollen- oder Kugellager erzielt wird.

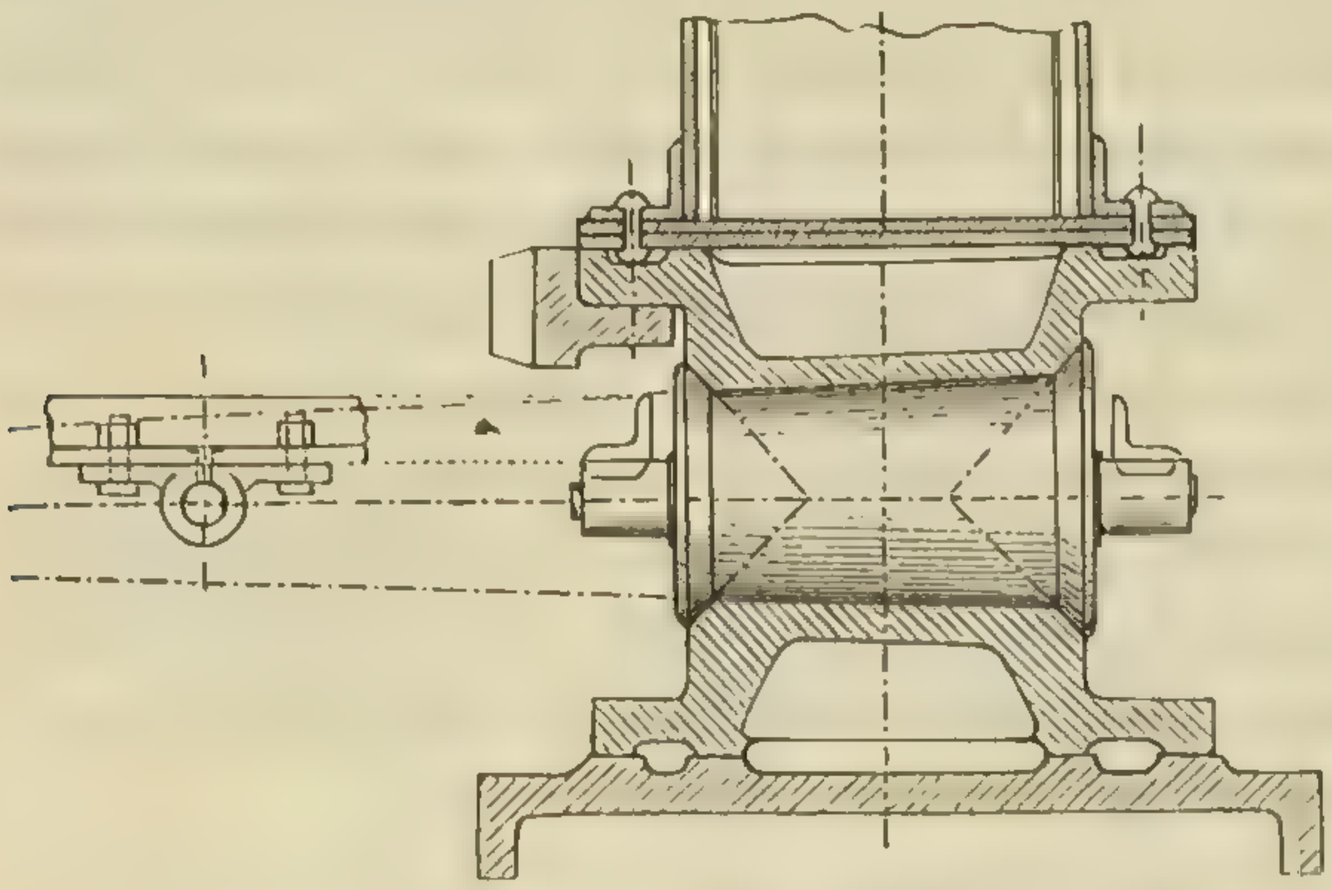
Rollen gestatten ein stabileres Auflager und, bei gleicher Constructionshöhe, eine größere Druckbeanspruchung, als Kugeln, werden daher gewöhnlich bei den schwereren Objecten — den Panzerthürmen — verwendet. Hingegen kommen Rollen theurer, als Kugeln und müssen auch genauer gearbeitet sein, da sonst Schiefstellen und Schleifen derselben eintreten kann.

Kugeln ergeben infolge ihres geringeren Eigengewichtes eine geringere Reibung und ermöglichen dem aufruhenden Objecte (beim Auftreffen von Geschossen oder beim Rückstoße) auch eine kleine Bewegungs-Freiheit in diametraler Richtung. Hingegen drücken sich Kugeln bei großem Drucke und nicht genügend harten Auflageflächen eher in letztere ein.

Mit Rücksicht auf diese Vor- und Nachtheile werden sonach Kugellager mehr bei leichteren Objecten und bei solchen verwendet, welche eine besonders rasche Wendungsfähigkeit gestatten sollen.

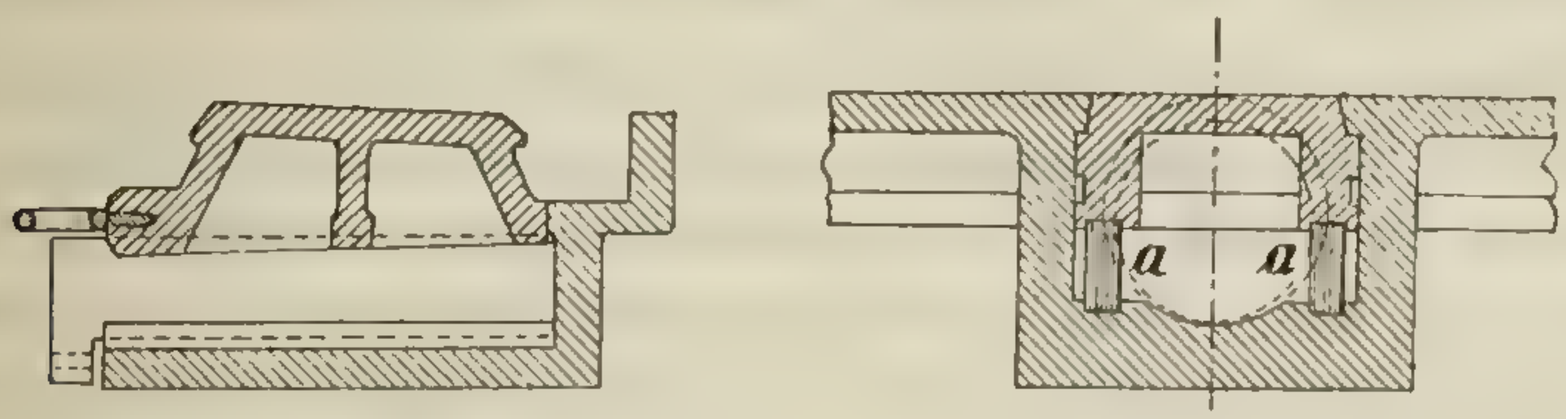
Tafel V. Fig. 1, 4.

Rollenlager. Bei diesen läuft zumeist der Blechunterbau mittels eines oberen Laufkranzes auf den Rollen, welche sich auf einem unteren Laufkranze bewegen, der auf dem stabilen Unterbaue aufliegt. Damit hiebei nur rollende Bewegung stattfinde, müssen naturgemäß sowohl die Rollen, als auch jene Laufflächen, welche nicht horizontalgehalten sind, konisch gestaltet sein. Gewöhnlich werden Kränze und Rollen so



angeordnet, dass entweder die Lauffläche des unteren Kranzes, oder die Kegelaxen der Rollen horizontal liegen, wodurch sich schon eine Centrierung des Panzerthurmes, d. h. die Unveränderlichkeit der Lage seiner imaginären Drehaxe ergibt. Die Rollen sind zu diesem Zwecke überdies mit Spurkränzen versehen. Rollen und Laufkränze sind zumeist aus Gusseisen, manchmal auch aus Stahl erzeugt. Die Laufkränze erhalten das Bruckschienen-Profil mit Querrippen, letztere auch an allen Stoßflächen; damit beim Passieren der Rollen stets nur ein Punkt der Stoßfuge mit diesen in Berührung komme, werden diese Fugen nicht

radial gestellt. Der obere Laufkranz ist mittels Schraubenbolzen an den Untergurt des Blechunterbaues befestigt; der untere liegt auf dem Mauerwerke auf, wobei an den Stößen der einzelnen Laufkranz-Segmente Unterlagsplatten angeordnet sind. Damit das Auswechseln von schad-

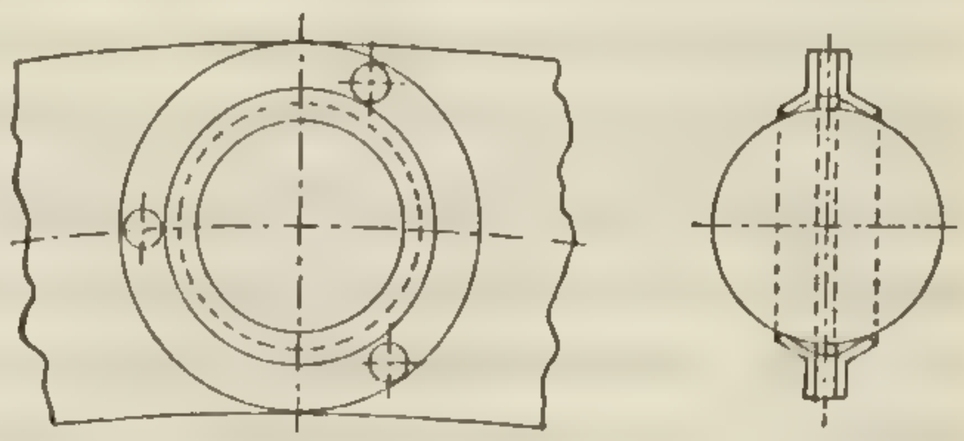


haften Rollen möglich sei, pflegt man bei dem unteren Laufkranze ein entfernbares Kranzstück anzuordnen, welches auf beweglichen Stahlkeilen *a* aufruht.

Die Rollen erhalten zur Fixierung ihrer gegenseitigen Lage einen Distanzrahmen, welcher das durch Gussfehler oder verschiedene Druckbeanspruchung sonst unvermeidliche Zusammenschieben derselben verhindert. Zu diesem Zwecke ist jede der Rollen mit einer stählernen Achse versehen, welche in Achslagern des Distanzrahmens liegt. Der Durchmesser der Rollen ist nach ihrer Belastung und auch mit Rücksicht auf die Beanspruchung beim Rückstoße der Thurmgeschütze zu berechnen.

Kugellager kommen, wie schon erwähnt, zumeist bei Drehkuppeln vor, welche keinen eigenen Blech-Unterbau besitzen; somit entfällt hier der obere Laufkranz, indem die Kuppel unmittelbar auf den Kugeln aufliegt, wozu ihre untere Randfläche als Kugelrinne gegossen und genau abgearbeitet sein muss. Der untere Laufkranz, bezw. die untere Kugelrinne, liegt nun wieder auf dem festen Unterbaue auf, ist manchmal auch mit dem Vorpanzer in einem Stücke gegossen. Die Distanzierung der Kugeln erfolgt durch den sogenannten Weikum-Ring auf verschiedene Art. So zeigen die nebenstehenden Figuren Weikum-Ringe, deren Höhenlage durch Stulpen festgestellt ist, in welchen die einzelnen Kugeln eingesetzt sind. An Stelle dieser Stulpen können auch Stifte zur Anwendung kommen, welche bei der Drehbewegung auf dem unteren Laufkranze schleifen und den Ring so im richtigen Niveau erhalten.

Tafel VII. Fig. 6.



Damit die Kugeln bei Geschossaufschlägen nicht deformiert oder in die Lager eingedrückt werden, sollen sowohl diese, als auch die Laufflächen gut gehärtet sein.

Am besten ließen sich wohl derartige Deformationen durch Einschaltung eines oberen Laufkranzes vermeiden, in welchem die Kuppel mittels einer elastischen Zwischen-Schichte, z. B. Holz, eingebettet würde.

Bei Panzern, deren drehbare Theile nicht am Rande, sondern auf
Tafel VI. einem Central-Pivot gestützt werden, fällt die Laufvorrichtung voll-
Fig. 3. kommen weg. Die Auflagerung des Blechunterbaues erfolgt entweder mittels eines Druckhauptes auf dem Kolben eines hydraulischen Cylinders — wie bei dem Mougin'schen Panzerthurm-Systeme —, oder mittels
Tafel VII. eines flachen Spurzapfens auf einer Pivot-Säule — wie bei der
Fig. 1. Schumann'schen Panzerlafette. Die Details dieser Anordnung werden bei dem betreffenden Beispiele im nachfolgenden Capitel besprochen werden.

Zu erwähnen wäre hier nur, dass auch bei diesen Systemen Rollen, u. zw. zu Zwecken der Führung, angewendet werden. Panzer-Thürme oder Lafetten mit Central-Pivot, sind zwar immer so construiert, dass sie sich stets im stabilen Gleichgewicht befinden, d. h. sie sind derartig ausbalanciert, dass sie nach einer Störung des Gleichgewichtes (Rückstoß, oder Geschoss-Aufschläge) sofort wieder in die aufrechte Lage zurückkehren; die erwähnten Führungsrollen haben also nur den Zweck,
Tafel VI. während solcher Störungen oder Schwankungen den Thurm in seiner
Fig. 3. Lage zu erhalten.

Die eigentliche Drehvorrichtung besteht nur aus Zahnkränzen und Zahntrieben, wobei die letzteren, je nach dem vorhandenen Motor und den zu bewältigenden Widerständen, bei einer entsprechenden Übersetzung, durch gekröpfte Wellen, Gangspille, Kurbeln, Speichen und Hand-Räder in Bewegung gesetzt werden.

Hiebei kann entweder der Zahnkranz, oder aber die Antriebs-Vor-
Tafel VI. richtung an dem beweglichen Theile des Panzers angebracht sein. Im
Fig. 1. ersteren Falle befindet sich die Antriebvorrichtung oft in einem Unter-
Tafel VII. oder Nebengelasse, während sie sich im zweiten Falle mit dem dreh-
Fig. 10. baren Theile mitdreht. Ersteres System findet in allen Fällen Verwendung, wo als Motor die Dampfkraft ausgenützt wird und überhaupt bei größeren Objecten, wo die Antriebs-Vorrichtung mehr Raum benöthigt.

Tafel V. In vielen Fällen werden bei einem und demselben Panzer beide Systeme der Drehvorrichtung gebraucht; indem die grobe Richtung durch einen rasch wirkenden, dafür mehr Raum und Kraft benöthigenden Antriebmechanismus, die feine Einstellung aber durch eine zwar langsam wirkende Zahnrad-Übersetzung erzielt wird, welche jedoch nur eines geringen Kraft-Aufwandes bedarf. Der Zahnkranz für die rasche Drehung ist sodann an dem beweglichen Theile (zumeist an dem oberen Lauflager)

befestigt, während jener für die feine Richtung an dem unbeweglichen Theile (z. B. unter dem festen Laufkranze) anmontiert ist.

Bei älteren Panzerthürmen findet sich häufig auch in Landbefestigungen die Dampfkraft als Motor für die Drehbewegung angewendet, ebenso auch hydraulische Einrichtungen für das Heben des ganzen Objectes; so z. B. beim Mougin'schen Panzerthurm Tafel VI, Fig. 3. In jüngster Zeit herrscht aber in den Fachkreisen eine Strömung, welche sowohl den Dampf, als auch die Mittel der Hydraulik, vollkommen ausgeschlossen wissen und nur die Menschenkraft — bei Zuhilfenahme der einfachsten Arbeits-Maschinen — als Motor verwenden will, indem man bestrebt ist für Kriegszwecke, zu Gunsten der Verlässlichkeit und Einfachheit, alle complicierteren, besondere Fachleute erfordernden Hilfsmittel möglichst zu vermeiden. Da nun die Panzer von Landbefestigungen, im Gegensatze zu jenen von Küsten-Fortificationen, keine so großen Gewichte aufweisen, so erscheint dies bei ersteren auch ausführbar. Tafel VI. Fig. 3.

So haben selbst die schwersten, modernen, zweiläufigen 15*cm* Panzerthürme von Landbefestigungen in ihrem drehbaren Theile kaum über 100.000*kg* Gewicht. Will man aus einem derartigen Thurme alle zwei Minuten eine Salve abgeben, und ihn nach jeder Salve vollständig abdrehen, so erfordert dies bei einem Thurmdurchmesser von 5*m* (in der Laufkranz-Mittellinie gemessen) eine secundliche Umdrehungsgeschwindigkeit von $\frac{5 \times 3{\cdot}14}{2 \times 60} = 0{\cdot}131m$. Wird dabei der Rollendurchmesser δ mit 25*cm* und der Coëfficient für die rollende Reibung $\mu = 0{\cdot}04$ angenommen, so verlangt die in einer Secunde zu überwindende Reibung eine Arbeit von $\frac{\mu \, g}{\frac{\delta}{2}} \times 0{\cdot}131 = 41{\cdot}92$ *smkg*, welche durch 5 bis 6 Mann an einem Gangspill, selbst bei andauernder Arbeitszeit, geleistet werden kann.

Bei tadellosem Zustande der Rollen und Laufkränze kann sogar der Coëfficient μ für die rollende Reibung mit nur 0·02 bis 0·03, dann bei kurzer Arbeitsdauer die Leistung der Arbeiter nahezu doppelt so hoch genommen werden, wonach eine ganze Umdrehung des Thurmes selbst durch 4 Mann in einer Minute bewirkt werden kann. (Hiebei sind im ersten Falle per Mann annähernd 8*smkg* Arbeit gerechnet, im zweiten nahezu die doppelte Leistung.) Doch wird man gut thun, mit solchen günstig angenommenen Coëfficienten nicht zu rechnen, da infolge der Erschütterung bei der Beschießung sich auch unerwartete größere Reibungen einstellen können.

Übrigens dürfte vom Standpunkte des Schießens bei derartigen Panzerthürmen für schwere Geschütze eine angenommene Umdrehungs-Zeit von 2 bis 3 Minuten für die volle Wendung von 360° genügen, indem man bei Beschießung unbeweglicher Ziele, wie Batterien etc., also beim dauernden Artillerie-Kampfe, nie große Feuergeschwindigkeiten anstreben wird, weshalb das Schuss-Intervalle sicher mehr als 2 bis 3 Minuten betragen dürfte; bei der Beschießung beweglicher Ziele — wie z. B. marschierender Truppen — wird der Thurm hingegen kaum abgedreht, sondern nur während der kurzen Ladepausen in die neue Horizontal-Richtung eingestellt werden, um nach Correctur der Elevation oder Depression, sofort wieder feuerbereit zu sein.

Hingegen bleibt vom Standpunkte der raschen Schartendeckung durch Abdrehen eine möglichst große Geschwindigkeit der Thurmdrehung stets wünschenswert.

5. Nebenbestandtheile drehbarer Panzer.

a) Eingänge. Bei den älteren Typen von Panzerthürmen erfolgte
Tafel VI. der Zugang in das Thurm-Innere zumeist durch die Ringgalerie, in
Fig. 1. welche man durch seitlich angebrachte Treppen gelangte. Bei den neueren Typen, wo das Thurm-Innere hermetisch gegen die Ringgalerie
Tafel V. abgeschlossen ist, gelangt man mittels Leitern von dem unteren Thurm-
Fig. 1. geschoße in den Bedienungsraum.

Bei Panzerlafetten und Drehkuppeln, bei welchen das Bedienungs-Podium fest ist, erfolgt der Eingang entweder auch aus einem unteren Gelasse über Leitern oder mittels seitlich angebrachter Stiegen. Im
Tafel VII. letzteren Falle wird man diese kurzen Stiegenarme wegen der anfänglich
Fig. 6. mangelnden Constructionshöhe am besten mit 50 bis 60*mm* starken Flusseisen-Calotten eindecken.

Soll über diese Stiegenarme Munition zugetragen werden, so erhalten sie eine Breite von mindestens 1*m*, besser 1·2*m*, und ein Stufenverhältnis, welches nicht steiler als 18 : 28 sein soll. Eingangsleitern werden, um Raum zu ersparen, gewöhnlich vertical, oder doch sehr steil gestellt und zumeist aus Eisen erzeugt; die Blechstaffeln erhalten sodann 0·25 bis 0·30*m* Verticalabstand, die Wangenbleche werden auf 0·35 bis 0·45*m* von einander gehalten. Anhaltstangen sollen auswärts der Wangen liegen und den oberen Fußboden noch um 1*m* überragen.

Die Einsteigöffnungen werden durch Fallthüren geschlossen und sollen mindestens 0·6/0·6*m* innere Lichte besitzen.

b) Commandanten-Stände finden sich bei größeren zweiläufigen Objecten in entsprechender Höhe unterhalb des Mannloches, also zwischen den beiden Geschützen, und sind über Leitern zugänglich. Der Standplatz ist sodann durch ein Schutzblech, oder Gitter, abgeschlossen. Tafel VI. Fig. 1.

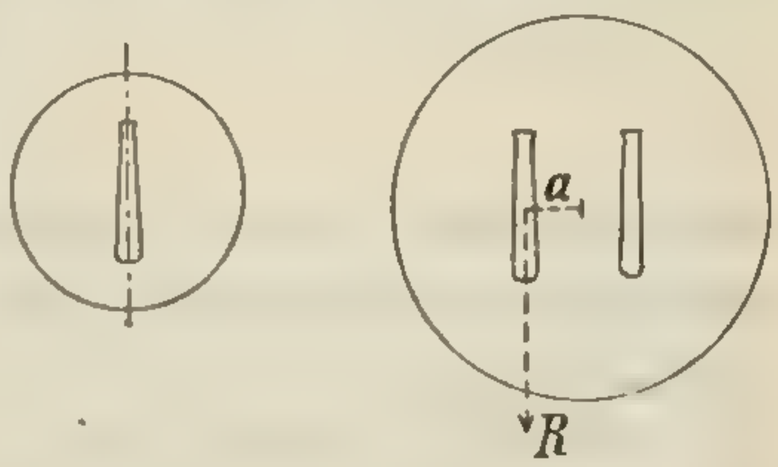
c) Munitions-Aufzüge waren bei den älteren Panzerthürmen auch zumeist in Nischen der Ringgalerie angebracht, von wo aus sodann die Munition in das Thurm-Innere getragen wurde. Bei den neueren Typen pflegt man sie mit dem drehbaren Thurmtheile zu verbinden und lässt sie in der Nähe der Rohr-Verschlusstheile münden; hiebei ist entweder für beide Rohre nur ein Aufzug angeordnet, welcher sodann zwischen denselben mündet und gewöhnlich doppelwirkend, mit Förderkörben für zwei Geschosse und zwei Patronen, construiert wird, oder es erhält jedes Geschütz einen eigenen, einfach oder doppelt wirkenden Aufzug mit Förderkorb (Köcher) für ein Geschoss sammt Patronen. Derartige Munitions-Aufzüge sind zumeist mit Kette ohne Ende und einem Kurbel-Mechanismus anzutreiben und können, je nach Übersetzungs-Verhältnis, durch ein oder höchstens zwei Mann bedient werden. Tafel V. Fig. 2, 3.

Bei Panzerlafetten ist die Munition gewöhnlich in den Fächern der Blechumfassung des Bedienungs-Raumes untergebracht, wo sodann jeder Munitions-Aufzug entfallen kann und Geschosse wie Patronen einfach zugereicht werden. Tafel VII. Fig. 3.

Bei Drehkuppeln münden die Zugangs-Stiegenarme gemeiniglich in einen Communicationsgang, in welchem die Munitions-Aufzüge stehen, die sodann infolge des größeren vorhandenen Raumes zumeist doppelwirkend und für ganze Munitions-Verschläge construiert sind.

d) Bremsen für die Horizontal-Richtung dienen dazu, den in eine bestimmte Richtung eingestellten Panzer in derselben zu erhalten.

Bei einläufigen Objecten, bei welchen die Rohraxe und die reale oder imaginäre Drehaxe der Kuppel in einer Verticalebene liegen, sollte zwar beim Abfeuern des Geschützes kein Drehmoment vorhanden sein, doch kann ein solches durch das Vorhandensein von Montage-Fehlern bedingt werden. Ganz anders bei zweiläufigen Objecten, deren Rohraxen nicht in einer Symmetrie-Ebene der Kuppel, sondern zu beiden Seiten der Drehaxe liegen.



Hier muss bei nicht vollständig gleichzeitigem Abfeuern beider Rohre ein Drehmoment $R\,a$ entstehen, dessen Hebelsarm a gleich der Entfernung von Rohr- und Drehaxe, dessen Kraft bei aufgehobenem Rücklaufe gleich dessen Horizontal-Componente ist, oder, wenn dieser durch Rücklauf-

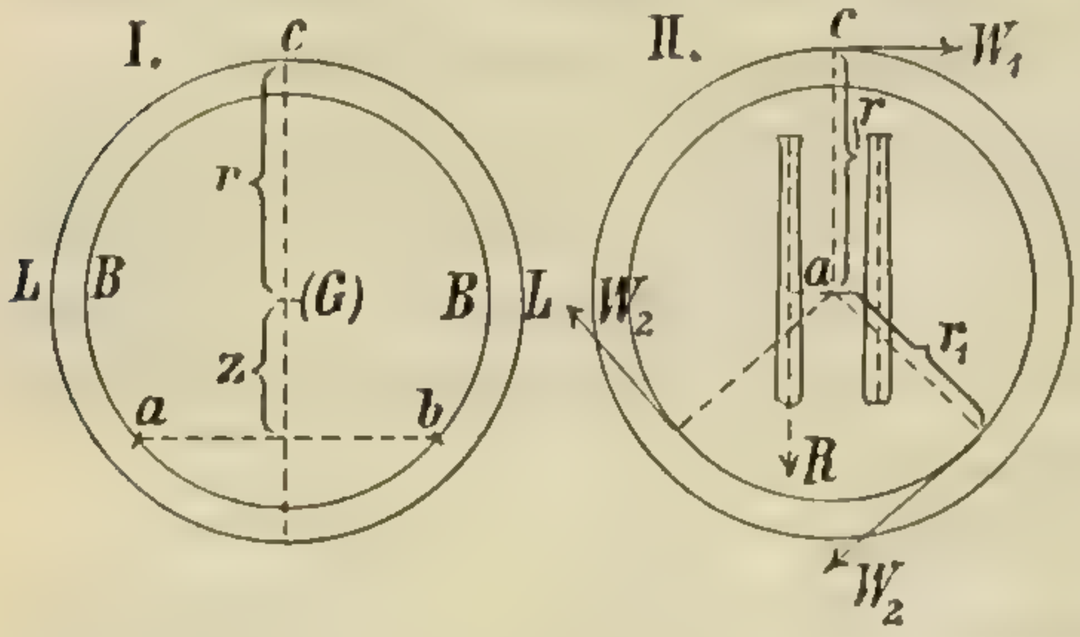
Bremsen eingeschränkt sein sollte, dem Bremswiderstande gleichkommt. Im ersteren Falle (bei einläufigen Panzern) kann die Wirkung des Drehmomentes nur sehr gering sein, da dessen (durch Montage-Fehler bedingter) Hebelsarm wohl nur einige Millimeter lang sein dürfte; dort wird man sonach mit einfachen Band- oder Backen-Bremsen das Auskommen finden. Bei zweiläufigen Objecten werden hingegen zumeist sehr kräftige Schrauben-Bremsen oder Kniepressen-Apparate verwendet, bei welchen durch Activierung der Bremse der Thurm theilweise von der Laufvorrichtung abgehoben, sonach sein Gewicht selbst zur Bremsung benützt wird.

Tafel VII. Fig. 3. Ein Beispiel einer Band-Bremse zeigt Fig. 3, Tafel VII, wobei sich der Bremsrand am festen, das Bremsband hingegen am drehbaren Theile der Construction befindet und wo durch das Niederdrücken des Hebelarmes h eine Annäherung der Bremsbandenden und damit die Bremsung erfolgt.

Tafel VII. Fig. 7. Eine Backenbremse mit beweglicher unterer Backe zeigt Fig. 7, Tafel VII.

Tafel VI. Fig. 1. Die Anordnung von Schrauben-Bremsen bei größeren (zweiläufigen) Objecten ist in Fig. 1, Tafel VI dargestellt. Dieselben werden zumeist paarweise angebracht.

Werden die Bremsschuhe a und b in Skizze I durch die Schrauben-Bremsen auf den Bremsrand $B\ B$ gedrückt, so heben sie bei entsprechendem Kraftaufwand den Thurm von dem Rollenkranze $L\ L$ derart ab, dass er nur mehr auf der Rolle c aufruht; danach hätte das Drehmoment der Horizontal - Componente des Rückstoßes $R\,a$ nicht nur die rollende Reibung bei c, sondern auch die gleitende Reibung der Bremsschuhe bei a und b zu überwinden. Soll demnach die Bremsung functionieren, so muss $W_1\ r + 2\,(W_2\ r_1) > R\,a$, oder weil die rollende Reibung bei c vernachlässigt werden kann, $W_2 > \frac{R\,a}{2\,r_1}$ sein. Anderseits muss, damit der Thurm von den Rollen abgehoben wird, bei a und b je ein Druck $P > \frac{G\,r}{2\,(r+z)}$ ausgeübt werden, nach welcher Relation das Übersetzungs-Verhältnis bei den Schrauben-Bremsen mit



Rücksicht auf die Möglichkeit ihrer Activierung durch je einen Mann gerechnet werden kann.

Schließlich wären hier noch einige Worte über Ventilation, Beleuchtung und Wasserableitung bei den drehbaren Panzern zu sagen.

Bei solchen ohne gasdichten Abschluss erscheint eine künstliche Ventilation unnöthig, da die Scharten, der Ringschlitz, u. s. w. zur Lüftung genügen. Wo hingegen, wie bei den modernen Panzerthürmen, der Innenraum gegen die Ringgalerie vollkommen abgeschlossen ist und auch die Scharten abgedichtet sind, erscheint künstliche Ventilation unbedingt erforderlich.

Diese geschieht zumeist nach Taf. V, Fig. 1 mit Pulsions-Ventilatoren, deren Antrieb sich in einem unteren Thurmgeschoße befindet und deren Leitung anfänglich in der Axe des Objectes zum Bedienungsraum führt, wo mehrere Austritt-Canäle die eingepumpte gute Luft ausströmen lassen. Die schlechte Luft tritt bei dem so hervorgerufenen Überdrucke durch Öffnungen des Blechmantels in die Ringgalerie aus; letztere sind durch Klappen verschließbar, welche sich bei Eintritt von hochgespannten Explosionsgasen der Brisanzbomben in die Ringgalerie selbstthätig schließen. Tafel V. Fig. 1.

Bei gasdicht abgeschlossenen Panzern muss stets, bei den übrigen aber während der Dunkelheit, für Beleuchtung gesorgt werden. Hiezu werden die gewöhnlichen Beleuchtungsmittel, wie Kerzen oder Lampen, oder, wo sich die nöthigen Elektricitäts-Quellen bei der Hand befinden, am besten Glühlichter verwendet; letztere eignen sich insbesondere für diesen Zweck, da sie in ihrer Glashülle gleichzeitig einen Schutz gegen die Luft-Erschütterung beim Abfeuern der Geschütze aufweisen.

Alle Öffnungen in der Panzerhaube geben dem Niederschlagwasser die Möglichkeit zum Eintritte in das Thurm-Innere, wenn sie nicht mit Dichtungen versehen sind; in einem solchen Falle müssen demnach Vorkehrungen getroffen sein, um das eindringende Wasser entsprechend abzuleiten. Das meiste Wasser dringt naturgemäß beim Ringschlitze ein, wo es demnach unbedingt nöthig ist, durch Anbringung von Wetterschnabeln, Rinnen, Abfluss-Canälen oder -Schächten für dessen möglichst rasche Ableitung zu sorgen.

Beispiele drehbarer Panzer.

1. Panzerthürme mit Lauf-Vorrichtung.

Panzerthurm für zwei 12*cm* Kanonen von Châtillon-Commentry. (Tafel V.)

Tafel V. Diese Type, welche bezüglich der Thurm-Construction nach Gruson'schen Principien, bezüglich der Lafetten-Einrichtung nach Mougins Idee entworfen und mit allen modernen Detail-Einrichtungen ausgestattet ist, kann in jeder Hinsicht als mustergiltig hingestellt werden.

Die Panzerhaube besteht aus drei 200*mm* starken Schweißeisen-Platten, deren Stoßflächen senkrecht zu den Rohraxen gestellt, und welche auf einer doppelten Lage von 20*mm* Blechen aufgelegt sind. (Fig. 1 und 11.) Sie ist an den steilsten Theilen ihrer kugelcalotte-förmigen Fläche unter 40° zum Horizonte geneigt und hat trotz dieser flachen Gestalt nur 5*m* Umfangsdurchmesser. Das Kuppelgewicht beträgt nur 38*t*.

In der einen der Panzerplatten befinden sich die zwei Scharten, deren Umgebung durch einen kräftigen Gusstahlblock *C* (Fig. 6) verstärkt ist; die mittlere Platte enthält das Mannloch, welches durch einen ausbalancierten Stahlgussdeckel *O* (Fig. 14) abzuschließen ist: in der dritten Platte ist, diametral entgegengesetzt zur Symmetrie-Linie der Scharten, ein Visierschlitz eingeschnitten.

Das Auflager der Panzerhaube auf dem Blechunterbaue zeigt Fig. 5.

Der Vorpanzer besteht aus 6 Hartguss-Segmenten mit Pfeiler-ansätzen und hat in den gegen das Angriffsfeld gerichteten Theilen größere Stärken.

Der Blechunterbau ist nach Gruson'schem Systeme (Fig. 1, 2, 3); die unter dem Schartenblocke befindlichen Blechständer *t*, welche mit den Hauptträgern correspondieren, sind consolartig, der mittlere derselben überdies als Kastenträger, gestaltet.

Die gusstählernen Lafettenwände stehen unmittelbar ober den Hauptträgern, welche dort überdies noch mit Querträgern *q* verbunden sind; dabei sind erstere mit dem Obergurte in der Gegend des Schartenblockes durch stahlblecherne Zugbänder verknotet. Der ganze Blechunterbau ist durch ein 20*mm* starkes Mantelblech gegen die Ringgalerie abgedichtet; in dieser Umhüllung befindet sich eine Thüre, welche den Zugang zur Galerie ermöglicht, von welcher aus die Entfernung in den Ringschlitz eingeklemmter Geschosssplitter erfolgen kann.

Zu diesem Zwecke, oder auch zum Auswechseln schadhafter Rollen der Laufvorrichtung, kann der Thurm mittels Winden und der an dem Blechunterbaue angebrachten Ansätze *b* gehoben werden.

Auch die Laufvorrichtung ist durch ein an dem oberen Laufkranze befestigtes Dichtungsblech gegen die Ringgalerie abgeschlossen.

Die Drehbewegung des Thurmes wird, insolange es sich um rasches Drehen handelt, durch den Zahnkranz *c* (Fig. 3), die Welle *d* mit Stirnrad und die Kurbelwelle *W* eingeleitet, welche bei *e* aus- und eingeschaltet werden kann. Eine mit dem Antriebe (bei entsprechender Umsetzung) verbundene Scheibe *g* mit Kreistheilung und der fixe Zeiger *z* ermöglichen den an der Kurbelwelle angestellten Leuten das Erfassen der mittels des Sprachrohres *y* zugerufenen Richtung; deren genaue Bestimmung erfolgt beim indirecten Richten im Mittelgeschoße des Thurmes auf der unter dem Zahnkranze *c* angebrachten Scala durch einen fixen Zeiger. In diesem Geschoße werden auch die elektrischen Contacte zum selbständigen Abfeuern der Rohre eingestellt.

Das genaue Erfassen des Zieles beim directen Richten (durch das Mannloch) erfolgt mit dem Zahnkranze *f* (Fig. 1, 3) und durch die in Fig. 10 dargestellte Einrichtung (Speichenrad *M* mit Kegelrad-Übersetzung zu Welle *W* und Zahnrad-Übersetzung zu einem Stirnrade; Ausrückvorrichtung *L*, Kupplungs-Muffe *K*). Der diese Richtvorrichtung bedienende Mann steht sonach mit dem Richtenden (Commandanten) in Sprechverbindung. Zum Fixieren der Seitenrichtung dienen zwei Schraubenbremsen *x* (Fig. 2, 3 und 12).

Zum Ertheilen der Höhenrichtung sind die Rohre in Minimal-Schartenlafetten Mougin'schen Systems eingelagert.

Der Pivot für die Elevation und Depression jedes Rohres befindet sich in der Schartenenge, u. zw. liegen die Rohre (Fig. 6, 7, 8, 9) in Rohrträgern *M*, welche sich in entsprechenden cylindrischen Bahnen der feststehenden Lafettenwände *N* bewegen und sich als Futterröhren *F* (Fig. 6) bis zur Scharte fortsetzen, wo sie (um den Pivot frei drehbar) durch die Glieder *B* gehalten werden. Dabei kann das Rohr beim Rücklaufe in der jeweiligen Richtung der Rohraxe zurückspielen, wozu es mit seinen Schildzapfen in Schlitten *S* eingelegt ist, welche auf den Bahnen *H* des Rohrträgers vor- und zurückgleiten können.

Zur Hemmung des Rücklaufes sind an diesem Schlitten die Kolben B_1, *B* angebracht, welche sich in den Brems-Cylindern des Rohrträgers bewegen und beim Rücklaufe die Brems-Flüssigkeit aus diesen heraus und durch die Canäle *K* in den Cylinder M_1 pressen, wobei die kräftige Feder F_1 zusammengedrückt wird. Nach vollendetem Rücklaufe

verdrängt der Druck dieser Feder wieder die Brems-Flüssigkeit aus dem unteren gegen die beiden oberen Cylinder und bewirkt dadurch das Vorholen des Rohres. Das Kugel-Ventil *G* verhindert hiebei ein zu rasches Zurückströmen der Flüssigkeit, also auch ein zu heftiges Vorholen des Geschützes.

Um das Ertheilen der Depression der Rohre zu erleichtern, sind deren Gewichte in der aus Fig. 1, 2 und 13 zu ersehenden Weise (Schumann'sches System, siehe Panzerlafetten) ausbalanciert; ein Zeiger *D* ermöglicht das Ablesen der Höhenrichtung auf der (an der Lafettenwand befestigten) Scala *E*.

Die Scharten-Abdichtung ist in Fig. 6 dargestellt und erfolgt durch eine Kautschukwulst *J*, welche zwischen dem Ende des Rohrträgers (also der Futterröhren *F*) und einer mit ihm verschraubbaren Hülse *P* verklemmt ist.

Für die Ventilation des vollkommen abgedichteten Thurmes sorgt der Centrifugal-Ventilator *C* (Fig. 1), dessen Zuleitungsrohr in der Drehaxe des Thurmes liegt; im Blechmantel des Unterbaues befinden sich die Ausström-Öffnungen, deren Klappen-Verschlüsse sich beim Drucke von etwa in die Ringgalerie einströmenden Gasen von Brisanz-Bomben selbstthätig schließen.

Jedes Rohr hat seinen eigenen Munitions-Aufzug, der im untersten Geschoße beladen und angetrieben wird.

Der Verkehr zwischen den einzelnen Geschoßen erfolgt über Leitern und durch Klappthüren.

Die Einrichtungen für die Wasserableitung zeigen Fig. 1 und 3.

Als Hauptvortheile dieser scheinbar in jeder Hinsicht entsprechenden Thurmtype wären zu erwähnen:

1. Das Sparen in den Ausmaßen des ganzen Thurmes. Die verhältnismäßig kleine und flach gewölbte Kuppel bietet ein schlechtes Ziel, ihr geringes Gewicht ermöglicht eine leichte und rasche Drehbewegung. Dieser Vortheil ist in erster Linie der sinnreichen Lafettierung mit dem auf eine Caliber-Länge beschränkten Rücklaufe zu verdanken.

2. Die guten Vorsorgen für directe und indirecte Seitenrichtung des Thurmes.

3. Die vollkommene Abdichtung gegen Gase der Brisanz-Bomben.

Diesen Vortheilen steht nur das eine Bedenken entgegen, ob das durch die Federkraft erfolgende Vorholen der Rohre auf die Dauer vollkommen verlässlich ist.

b) Hartguss-Panzerthurm für zwei 15*cm* Kanonen L/25 (Grusonwerk). (Tafel VI, Fig. 1.)

Tafel VI. Fig. 1.

Obwohl früher betont wurde, dass man neuester Zeit den Hartguss bei Landbefestigungen kaum als Kuppelmateriale wählen dürfte, so wird hier das Beispiel eines Hartguss-Thurmes dennoch angeführt, weil sich in bestehenden älteren Befestigungen häufig derartige Thürme vorfinden; selbe unterscheiden sich von dem nachfolgend beschriebenen nur bezüglich einiger Details, überdies haben sie das unvortheilhaftere ältere Kuppel-Profil[1]) und auch die Deckplatte der Panzerhaube ist in Hartguss ausgeführt.

Dieser neue Hartguss-Panzerthurm zeigt:

Eine Panzerhaube *a* aus 5 Hartguss-Seitenplatten mit Dübel-Verbindung und einer schweißeisernen, aus zwei Lamellen bestehenden Deckplatte.

Scharten *b* für 20° Elevation und 4° Depression, Mannloch *c* mit nicht ausbalanciertem schwachem Schutzdeckel und einer Visier-Vorrichtung.

Einen Hartguss-Vorpanzer *d* (mit Pfeilern), aus neun Platten bestehend.

Den normalen Gruson'schen Blechunterbau *e* ohne Gasabdichtung, mit Rollen-Lauf-Vorrichtung *f*.

Die Drehbewegung erfolgt durch das Gangspill *j* mit vier Handbäumen: u. zw. entweder zum Zwecke der groben Einstellung, oder des raschen Abdrehens der Scharten, mittels zweier Paare Kegelräder $h\ h_1$ und des Stirnrades *i* auf dem Zahnkranze *k*, welcher mit dem oberen Laufkranze fest verbunden ist; oder aber, zum Zwecke der feinen Einstellung, durch Hinzutreten eines Zahnrad-Vorgeleges, dessen Einschaltung durch die Kuppelungs-Muffe *m* mittels des Handrades der Schraubenspindel *n* erfolgt.

Die Thurm-Bremsung geschieht durch zwei Schraubenbremsen *o*, welche an einem in der Ringgalerie liegenden, mit dem unteren Laufkranze fest verbundenen Bremsrande angreifen und durch Handräder *p* in Thätigkeit gesetzt werden.

Um die indirecte Richtung zu ermöglichen, befindet sich im unteren Geschoße eine feste Richt-Scala *q* und ein der Drehbewegung des Thurmes folgender Zeiger *r*.

---

[1]) Näheres hierüber in den: Hartguss-Panzerungen und Minimal-Scharten-Lafetten, System Gruson. Von Julius Schütz, Ingenieur des Grusonwerkes. Potsdam 1887.

Die Geschütze liegen in Gruson'schen Minimal-Scharten-Lafetten; ihre Depression und Elevation erfolgt durch Heben, bezw. Senken der beweglichen Rahmen auf hydraulischem Wege (hiezu die Handpumpen *s*). Die Höhenrichtung wird durch einen beweglichen Zeiger an einer feststehenden Eintheilung angezeigt.

Dem Mannloche entsprechend, ist der Commandanten-Stand *t* zwischen den beiden Lafetten angeordnet.

Für die Munitionsförderung dient der doppeltwirkende Munitions-Aufzug *u* mit Kurbel-Antrieb.

Der Zugang zum eigentlichen Thurm-Geschoße erfolgt durch die seitliche Stiege *v* und sodann durch die Ringgalerie und durch Öffnungen des Blechunterbaues.

Das Gewicht des ganzen Thurmes mit Kanonen beträgt annähernd 231*t*; hievon entfallen 90·5*t* auf die Kuppel und 85·1*t* auf den Vorpanzer; der drehbare Theil des Thurmes dürfte über 130*t* wiegen.

Für die Thurmbedienung (ohne Reserve) sind, nach Angaben des Grusonwerkes, 1 Commandant und 11 Mann nothwendig, u. zw.: Geschützbedienung (und Thurm-Bremsung) 1 Unter-Officier, 4 Mann; Munitions-Förderung 2 Mann; Thurmdrehung 4 Mann.

Im Vergleiche mit den neueren Entwürfen des Grusonwerkes, deren Grundsätze auch anderwärts übernommen, weiter ausgestaltet und verbessert wurden, kleben diesem älteren Projecte folgende Nachtheile an:

1. Das große Gewicht infolge der Hartguss-Kuppel (ein sonst ähnlicher Panzerthurm mit Schweißeisen-Kuppel desselben Werkes wiegt um 54*t* weniger).

2. Die mangelnde Dichtung gegen Brisanz-Bomben.

3. Der Umstand, dass die genaue Einstellung nicht aus dem oberen Geschoße, also nicht unter unmittelbarer Einwirkung des Commandanten erfolgen kann.

Als Vortheil lässt sich auch bei diesem System die einfache Construction, bei durchgehender Anwendung des Handbetriebes anführen.

c) Panzerthurm für zwei 15*cm* Kanonen ohne Rücklauf (Grusonwerk). (Tafel VI, Fig. 2.)

Tafel VI. Fig. 2.

Dieser Thurm unterscheidet sich von den bisher besprochenen Typen durch die vollständige Aufhebung des Rücklaufes seiner Geschütze, welcher von den Lafettenwänden aufgenommen und auf den sie stützenden Blechunterbau übertragen wird. Hiedurch nähert er sich den Panzer-

lafetten; während aber bei letzteren die Lafettenwände in unmittelbarer Verbindung mit der Panzerhaube stehen, sonach auch von jenen Stößen in Mitleidenschaft gezogen werden, welche die Kuppel durch auftreffende Geschosse erfährt, ist hier dieser Übelstand durch die nachstehend beschriebene Anordnung vermieden.

Die Panzerhaube dieses Thurmes besteht aus 3 Schweißeisenplatten und einer Blech-Calotte von ganz gleicher Zusammensetzung, wie selbe bei dem Panzerthurm von Chatillon-Commentry beschrieben wurde.

Der Hartguss-Vorpanzer setzt sich aus 9 Segmenten zusammen.

Der Blechunterbau zeigt im allgemeinen die normale Gruson'sche Organisation, ergänzt durch drei mächtige, aus Winkeln und Blechen zusammengesetzte Traversen *a*, welche mit den Hauptträgern des Unterbaues übereinstimmen und zur Aufnahme und Stützung der Lafettenwände *b* dienen. Die oberen Träger dieser Traversen sind der Krümmung der Kuppel-Innenfläche entsprechend gestaltet, doch liegt die Panzerhaube durchaus nicht auf selben auf, sondern ist mit Hilfe von Winkelblechen auf dem Obergurte des Ringträgers befestigt. Sowohl die unteren (Hauptträger), als auch die oberen Traversträger sind untereinander, u. zw. vor- und rückwärts der Lafettenwände, durch Quer-Traversen *c* verbunden und versteift, so dass sich die Lafettenwände zwischen diesem Trägersysteme vollkommen eingespannt befinden, ohne dass sie mit der Kuppel in unmittelbare Berührung kämen.

Die Lafettenwände sind mit kreiscylindrischen, kräftigen Führungen *d* versehen, deren Mittelpunkte sich in den Scharten befinden. In diesen Führungen sind die Rohre mittels zweitheiliger, zusammenschraubbarer Rohrträger derart eingelagert, dass letztere sich beim Rückstoße an die erwähnten Führungen stemmen und die Gewalt desselben auf die Lafettenwände und deren Blechversteifung übertragen.

Beim Ertheilen der Höhenrichtung wird der Rohrträger mit dem Rohre in den Führungen der Lafettenwände derartig gehoben oder gesenkt, dass die Rohraxe stets die in der Scharte befindliche Axe für den Pivot der Höhenrichtung schneidet. Hiezu dient der Kreis-Zahnbogen *e* (dessen Mittelpunkt naturgemäß auch in dem erwähnten Pivot liegen muss) und der in ihm eingreifende Zahntrieb, welcher durch das Speichenrad *f* in Drehung versetzt wird. Damit diese Arbeit ohne viel Kraftaufwand geleistet werden könne, ist das Gewicht der Rohre durch Gegengewichte *g* ausbalanciert; letztere sind mittels Drahtseile, welche über die Rollen *h* laufen, mit den äußeren Enden der Zahnbogen derartig verbunden, dass an dem einen Drahtseil-Ende das Gewicht des Rohres, an dem anderen das Gegengewicht zur Wirkung kommt.

Die Rohre sind an ihrem Kopfe mit Scharten-Dichtungsringen aus weichem Metall versehen.

Die Einrichtungen zum Nehmen der Seitenrichtung und zur Bremsung, ferner jene für die Ventilation, sind ähnlich den beim Thurme von Châtillon-Commentry beschriebenen; auch die Abdichtung gegen die Ringgalerie ist in gleicher Weise durchgeführt. Doch muss bemerkt werden, dass diese Thurmtype des Grusonwerkes älter ist, als die erwähnte französische.

Das Gewicht der ganzen Construction mit Vorpanzer beträgt beiläufig 254.000*kg*.

Zur Bedienung erfordert der Thurm: Einen Commandanten; 2 Unter-Officiere und 6 Mann als engere Geschützbedienung; 2 Mann für den gemeinschaftlichen Geschossaufzug beider Rohre; dann 6 Mann für die Thurmdrehung, welche in 40 bis 50 Secunden stattfinden kann.

Diese Gattung von Panzerthürmen zeichnet sich gleich der erstbesprochenen (Châtillon-Commentry) ebenfalls durch ihre äußerst compendiöse und dabei allen Anforderungen rascher Bedienung entsprechende Anordnung aus, und hat auch bei den mit ihr angestellten Schießversuchen vollkommen entsprochen.

Besonders bemerkenswert ist die anfänglich beschriebene Versteifung der Lafettenwände zur Aufnahme und Übertragung des Rückstoßes auf die ganze Masse des Objectes. Dies bringt mit sich, dass sich der Thurm bei der Schussabgabe etwas bückt, d. h. sich von der Laufvorrichtung um wenige Millimeter abhebt und sodann wieder zurückfällt, ohne dass die Construction dabei Schaden leiden soll; doch erscheint es immerhin noch fraglich, ob derartige mächtige Erschütterungen dem Panzerthurme nicht auf die Dauer schädlich sein werden.

Die vollständige Rücklauf-Hemmung bei schweren Flachbahnrohren, deren Geschosse ein Gewicht von 39*kg* und eine Anfangs-Geschwindigkeit von 520*m* besitzen, ist denn doch als sehr gewagt zu bezeichnen. Auch ist anzunehmen, dass die Thurmbremsen bei derartigen zweiläufigen Objecten, mit vollständig aufgehobenem Rücklaufe stark leiden müssen. Aus diesen beiden Gründen dürfte die erst besprochene Type von Panzerthürmen (mit kleinem Rücklaufe) den Vorzug verdienen.

2. Panzerthurm mit Central-Pivot.

(Entwurf des Werkes St. Chamond.) (Tafel VI, Fig. 3.)

Tafel VI. Fig. 3.

Diese Construction, nach dem System des französischen Ingenieur-Majors Mougin, unterscheidet sich von dem französischen Concurrenz-Thurme bei den Bukarester Schießversuchen im Jahre 1886 haupt-

sächlich nur durch die sphärische Gestalt der Kuppel, während der letztgenannte Thurm noch ein cylindrisches Panzergehäuse mit flacher Decke aufwies.

Die Panzerhaube besteht aus drei 25*cm* starken Schweißeisenplatten mit Dübelverbindung untereinander und Schraubenbolzen-Verbindung am Auflager.

Die Schartengegend ist durch Schartenbusen *a* verstärkt. (Fig. 3.)

Der Vorpanzer ist aus Hartgussblöcken ohne Pfeiler (ältere französische Anordnung) zusammengesetzt.

Der Unterbau besteht aus 3 mächtigen, aus Blechen zusammengesetzten, trapezförmigen Hauptträgern *b* und senkrecht auf diesen angewinkelten Consolträgern, welche mit den Ständern und Stehblechen *c* entsprechend verknotet sind; hiebei reichen die beiden seitlichen Hauptträger bis unter die Fugen der drei Panzerhauben-Platten. Dieses untereinander mehrfach durch horizontale Bleche verbundene Trägersystem überträgt das ganze Gewicht des drehbaren Theiles auf das gusstählerne Druckhaupt *e* des hydraulischen Kolbens *f*, der in einem mit Leder abgedichteten kräftigen Cylinder *g* sitzt. Durch Einpumpen von Druckflüssigkeit wird der Kolben mit dem ganzen auf ihm ruhenden Gewichte derart gehoben, dass er in dieser schwimmt, wodurch die Reibung bei der Thurmdrehung auf ein Minimum herabgemindert wird.

Die Einleitung der Drehung erfolgt ähnlich wie bei anderen Thürmen. Zur Führung während der Drehbewegung dienen zwei Systeme von Laufrollen *h* und *i*, von welchen die einen horizontale, die anderen verticale Axen haben.

Die Geschütze liegen in den schon beschriebenen Mougin'schen Minimalscharten-Lafetten und sind zur leichteren Ausführung der Depression (also Heben des rückwärtigen Rohrtheiles) mittels Gegengewichte *k* ausbalanciert.

Die Vertical-Richtung wird auf hydraulischem Wege durch Heben oder Niederlassen eines Kolbens bewirkt, welcher, gleichwie der dazugehörige Cylinder *l*, in Charnieren drehbar befestigt ist.

m ist die Vorrichtung zum Wasserablaufe. Die Öffnung *n* dient für das Auswechseln der Geschütze.

Der größte Vortheil der Mougin'schen Thurm-Systeme liegt in der bedeutenden Herabminderung der Reibung bei der Drehbewegung durch die hydraulische Hubvorrichtung, welche übrigens auch das Entfernen von Geschosstücken u. dgl., die sich im Ringschlitze verkeilen sollten, bedeutend erleichtert.

So sinnreich nun auch diese Construction genannt werden muss, so bleibt sie durchaus nicht ohne Bedenken, u. zw.:

1. nehmen Central-Pivots stets viel Raum weg;

2. ist das Auflager der ganzen Construction sichtlich nicht so stabil als bei der Laufvorrichtung am Thurmrande;

3. bestehen gegen die Anwendung von Hydraulik in ausgedehntem Maße bei Kriegsbauwerken die schon mehrfach erwähnten Bedenken; diese treffen hier umsomehr zu, indem die an und für sich schon hochgespannte Druckflüssigkeit beim Auftreffen von Geschossen auf den Thurm noch einem weiteren, nur schwer controlierbaren Drucke ausgesetzt wird, welcher die Ursache bedeutender Beschädigungen des Objectes werden kann.

Thatsächlich ist das System, so weit allgemein bekannt, nirgends mehr zur Anwendung gelangt; vielmehr wurden alle die in letzterer Zeit in Europa ausgeführten zahlreichen Panzerthurmbauten nach dem Gruson'schen Grund-Principe entworfen, welches, wie schon oben erwähnt, auch von den großen französischen Panzerwerken Châtillon-Commentry, St. Chamond und Le Creusot angenommen wurde. Nur für heb- und senkbare Thürme könnte dasselbe vielleicht noch in Frage kommen (siehe später das betreffende Capitel).

Gepanzerter Stand für Scheinwerfer.

(Ateliers de la Meuse.) (Tafel VI, Fig. 6.)

Tafel VI. Fig. 6.

Obwohl, genau genommen, zu der Gattung der heb- und senkbaren Panzer gehörend, soll hier auch der bei den Werken der Maas-Linie zur Anwendung gekommene Projector-Stand besprochen werden, da er in mancher Hinsicht an den Mougin'schen Panzerthurm mit Central-Pivot erinnert.

Derselbe besteht aus einer Panzerhaube von cylindrischer Gestalt mit flachgewölbter Decke, welche in einem Stücke aus weichem Stahl (Flusseisen) gegossen ist. In dem cylindrischen Theile derselben befindet sich die kreisförmige Öffnung für einen Licht-Projector von $0{\cdot}6m$ Durchmesser, ferner eine Beobachtungs-Öffnung d mit Vorrichtungen zum Einlegen eines Fernrohres.

Das Auflager dieser Panzerhaube besteht aus einer doppelten Blech-Calotte und einem kräftigen Ringwinkel, der an dem unteren cylindrischen Blechgehäuse des Bedienungsraumes angenietet ist. Letzterer hat derartige Ausmaße, dass statt des Scheinwerfers auch ein Schnellfeuergeschütz in den Thurm eingestellt werden kann.

Der Vorpanzer besteht aus drei mit Pfeilern verstärkten Hartguss-Blöcken sehr flachen Profiles. An dem oberen Rande hat er eine Nuth ausgespart, in welche die Vorkragung der Panzerhaube, bei der Tiefstellung des Thurmes, zu liegen kommt; ein auf der Oberfläche der Panzerhaube befestigtes und über ihren Rand reichendes Schutzblech verhindert sodann das Eindringen von Wasser in die Fugen zwischen Kuppel und Vorpanzer.

Die Panzerhaube sammt Blechunterbau und Bedienungs-Podium ruht mittels Consolträger auf dem Haupte einer Pivotsäule *a* auf, welche sich in der hohlen Führungssäule vertical nach auf- und abwärts bewegen kann, wozu in einem unteren Gelasse eine Hebvorrichtung (mit Gegengewichten, oder hydraulischer Einrichtung) untergebracht ist.

Die Drehbewegung des Objectes erfolgt durch Handbetrieb an einer gekröpften Welle *c* mit Kegelrad-Übersetzung zu einer verticalen Welle, deren Stirnrad in einen Zahnkranz eingreift, welcher an dem unteren Rande des Panzerthurm-Gehäuses angebracht ist. Führungs-Rollen mit verticalen Achsen *b* verhindern das Schwanken des Thurmes während der Drehbewegung. Eine feste Scheibe mit Kreistheilung und ein Zeiger, welcher mit dem Antriebe in entsprechender Übersetzung verbunden ist, ermöglichen die Richtungs-Angabe für den an der Kurbelwelle angestellten Mann.

Der Zugang in das Thurm-Innere erfolgt über eine an dem Podium befestigte Leiter.

Die ganze Einrichtung dieses Panzerstandes ist zweifellos ebenso sinnreich erdacht, als compendiös ausgeführt. Doch wird man in der Regel von dem Einbaue solcher Stände für Scheinwerfer in Gürtelwerken wohl absehen, da letztere sich in den meisten Fällen besser ohne Panzerung, im Intervalle, oder überhaupt im Umterrain des Werkes, anstatt in diesem selbst, verwenden lassen.

Für das Zusammenarbeiten von Projector-Stand und Werk-Artillerie wäre es zwar unstreitbar weitaus angenehmer, wenn derselbe sich ebenfalls im Werke befände; auch würde er von dem höchsten Punkte des Werkes aus in den meisten Fällen ein besseres Gesichtsfeld haben, als bei der Aufstellung außerhalb des Werkes; endlich könnte er im Fort auch für innere Zwecke, z. B. zur Beleuchtung von Stellen des Wallganges, an welchen Ausbesserungen vorgenommen werden (insoweit dies mit Rücksicht auf das feindliche Feuer möglich erscheint) Verwendung finden: aber alle diese Vortheile sind zu klein, um die Nachtheile aufzuwiegen, welche durch die bleibende Stellung eines Projectoren-Standes im Werke für dieses selbst entstehen. Denn:

1. zieht er das feindliche Feuer unmittelbar auf das Werk;

2. ist der Stand selbst bei solcher Lage sehr leicht zu beschießen, da man am Tage seine Aufstellung genau erkennen kann;

3. erleichtert eine derartige Riesenfackel jeden nächtlichen Angriff gegen das Werk, insoferne sie das Einhalten der Richtung ermöglicht.

Alle diese gewichtigen Nachtheile werden vermieden, wenn man den Stand für den Scheinwerfer außer das Werk verlegt, oder ihn zum mindesten so einrichtet, dass er im Werke seine Aufstellung wechseln kann. Er wird dann noch immer seinen Hauptzwecken: Entdeckung feindlicher Arbeiten und Angriffe, sowie Beleuchtung der zu beschießenden Ziele jeder Art, endlich Verhinderung der feindlichen Sicht gegen die eigenen Stellungen (durch die sogenannte Querbeleuchtung), und oft noch besser als bei der Stellung im Werke, genügen können. In die Werke wird man sonach Projectoren-Stände nur gezwungenermaßen, also bei isolierter Lage derselben (Gebirgs- und Sperren-Befestigung) geben, und sie auch dann nur unbeweglich aufstellen und panzern, wenn kein Raum für ihre freie Verwendung verfügbar ist. In einem solchen Falle wäre die beschriebene Type gewiss vom Nutzen.

3. Panzerlafetten.

Die Panzerlafetten zerfallen, der Form des drehbaren Panzers nach, in zwei Hauptgattungen, nämlich in solche mit schirmförmigem, oder mit kugelförmigem Panzer; letztere werden im Grusonwerke mit dem Namen Panzerstände bezeichnet und kommen nur für Mörser in Anwendung.

Die schirmförmigen Panzerlafetten lassen sich weiter, mit Rücksicht auf die Nothwendigkeit oder den Grad des Hebens, in drei Gattungen untertheilen, u. zw.:

Heb- und senkbare Panzerlafetten, welche in der Ruhe- (Schutz-) Stellung die Scharte der feindlichen Einwirkung vollkommen entziehen, hingegen für die Feuerstellung gehoben werden müssen. Ferner, die sogenannten gewöhnlichen Panzerlafetten [1]), die nur zum Ertheilen der Richtung etwas zu heben sind, sonst aber, sowohl in der Ruhe- als auch Feuerstellung, auf dem Vorpanzer ruhen. Endlich eine gar nicht hebbare Gattung, welche nur bei den fahrbaren (mobilen) Panzern in Anwendung steht, also mit letzteren zusammenfällt.

---

[1]) Benennung des Grusonwerkes

Da die heb- und senkbaren Panzerlafetten bei den Verschwindungs-Panzern zur Besprechung kommen, werden nachfolgend nur die übrigen Gattungen beschrieben, nämlich:

a) gewöhnliche Panzerlafetten,
b) fahrbare Panzerlafetten,
c) Panzerstände für Mörser.

a) Gewöhnliche Panzerlafetten.

Panzerlafette für eine 15*cm* Haubitze. (Tafel VII, Fig. 1.)

Tafel VII. Fig. 1.

Die Panzerhaube, von gewalztem Schweiß- oder Flusseisen, aus zwei mit einander verschraubten Lamellen bestehend, hat eine kugelcalotteförmige Gestalt und ist mit den beiden gusstählernen Lafettenwänden *a* durch kräftige Winkel *b* verbunden. Die Lafettenwände sind in ihrem unteren Theile durch ein starkes Querstück *c* vereint, das mittels eines flachen Spurzapfens auf der Pivot-Säule *d* aufruht. Letztere wird durch den Führungsbock *e* in ihrer verticalen Lage erhalten und ruht überdies mittels Schraubengewinde in der Schraubenmutter *f*, welche drehbar in dem Bodenstücke *g* eingelagert ist. Sowohl in der Ruhe- als auch Feuer-Stellung liegt die Panzerhaube hiebei mit ihrem Rande auf der kegelförmigen Lagerfläche des Hartguss-Vorpanzers auf.

Zum Ertheilen der Seitenrichtung muss die Panzerhaube vom Vorpanzer abgehoben werden, was durch die Bewegung des Ratschenhebels *k* erfolgt, dessen kegelförmiger Zahntrieb *i* in einen Zahnkreis der erwähnten Schraubenmutter eingreift und diese zur Drehung veranlasst, wonach die Pivotsäule den Panzer entsprechend hebt. Ist nun die Panzerhaube um weniges gehoben, so kann die Seitenrichtung ohne bedeutende Reibung erfolgen; hiezu ist das Querstück mit zwei Hülsen *l* versehen, in welche Handbäume gesteckt werden können.

Überdies kann die Drehbewegung (freie Einstellung) noch mittels eines Speichenrades *o* eingeleitet werden, an dessen, in den Lafettenwänden gelagerter Welle ein Zahntrieb aufgekeilt ist, welcher in einen Zahnkranz *n* des fixen Führungsbockes eingreift. Durch ein ebenfalls mit dem beweglichen Theile verbundenes Bremsband kann sodann die Bremsung in jeder beliebigen Seitenrichtung an der Bremsscheibe des Führungsbandes erfolgen. Das Maß der Seitenrichtung wird an einer Scala abgelesen.

In den Lafettenwänden liegt nun das gusstählerne Haubitz-Rohr mittels einer zweitheiligen Gusstahl-Jacke derartig, dass es sich bei

Elevation und Depression um eine imaginäre in der Schartenenge gelegenen Axe drehen kann, wozu die Jacke und die Lafettenwände mit entsprechenden, kreisförmig gestalteten Führungen versehen sind. Beim Abfeuern des Geschützes wird der Rückstoß durch selbe auf die Lafettenwände und die mit diesen fest verbundene Panzerhaube übertragen, in letzter Linie aber auf deren Auflager vertheilt, nämlich auf den Vorpanzer und seinen Unterbau.

Die Höhenrichtung erfolgt durch das Handrad *m*, mit doppeltem Vorgelege auf dem Zahnbogen *p*, welcher mit der Rohrjacke fest verbunden ist. Auch hier kann die Feststellung in jeder Lage durch ein Bremsband erfolgen.

Die Panzerlafette ist in einem zweigeschoßigen Hohlbaue eingestellt, dessen oberes Geschoß Bedienungsraum ist, während das untere als Hand-Munitions-Magazin dient; die Verbindung zwischen beiden erfolgt durch ein Einsteigloch, ähnlich auch das Zureichen der Munition.

Zur Bedienung erfordert die Panzerlafette 4 Mann im oberen und 2 Mann im unteren Geschoße. Maximal-Feuerschnelligkeit, ein Schuss in der Minute.

Das Gewicht des Vorpanzers beträgt 23.000*kg*, das Gesammtgewicht der ganzen Eisen-Construction, ohne Rohr, 39.000*kg*.

Tafel VII. Fig. 2. Ähnliche Panzerlafetten werden vom Grusonwerke auch für 21*cm* Haubitzen erzeugt.

Die Construction dieser Gattung Panzerlafetten erscheint ebenso klar als sicher, und entspricht vollkommen den Anforderungen an Panzer für indirect feuernde Geschütze, welche nur eine geringe Feuerschnelligkeit brauchen, wo sonach die Ausbalancierung des Rohrgewichtes nicht unbedingt nöthig ist.

Besonders vortheilhaft erscheint das kräftige Auflager in der Feuerstellung, wodurch große Massen zur Aufnahme des Rückstoßes, oder der Auftreff-Energien feindlicher Geschosse herangezogen werden. Hingegen müssen Schüsse, welche das Object im gehobenen Zustande treffen, die ganze Construction wohl in sehr unangenehmer Weise beanspruchen. Als Nachtheil wirft man ferner allen Panzerlafetten mit Central-Pivot vor, dass dieser den Innenraum sehr verstellt; obwohl nicht zu leugnen ist, dass ähnliches manchmal auch bei anderen drehbaren Panzern — wenn auch durch andere Constructionstheile bedingt — vorkommt.

Panzerlafette für eine 12*cm* Schnellfeuer-Haubitze. (Tafel VII, Fig. 3.)

Dieselbe ist im allgemeinen der oben beschriebenen ähnlich, doch tritt hier, im Hinblicke auf die für ein Schnellfeuer-Geschütz nothwendige raschere Bedienung, das Ausbalancieren des Rohr-Gewichtes hinzu. Die Panzerhaube, aus gewalztem Flusseisen (mit Ventilationsloch *a* im Zenithe), ist ebenfalls mit den Lafettenwänden fest verbunden. Auch die weiteren Bestandtheile, wie Querstück mit Spurzapfen, Pivot-Säule und Führungsbock, sind vorhanden. Doch ruht hier die Pivot-Säule einerseits auf 4 Pufferfedern *b* auf, anderseits auf dem einarmigen Hebel *c*. Tafel VII. Fig. 3.

An dem, dem Stützpunkte des Hebels entgegengesetzten Ende ist eine Zugstange *d*, bei Einschaltung einer Feder, befestigt; erstere greift oben mittels Schrauben-Gewinde in eine Schraubenmutter, die in der Nuth eines Handrades *e* eingeschnitten ist. Durch entsprechende Drehung des letzteren wird die Zugstange angezogen, die Spiralfeder gespannt, endlich der Hebel mit Pivot-Säule und Panzerlafette gehoben, worauf die Seitenrichtung stattfinden kann. Nach vollendeter Richtung wird durch entgegengesetzte Drehung des Handrades die Zugstange nach abwärts bewegt und der Hebel kehrt sammt Panzerlafette wieder in die Ursprungstellung zurück, bei welcher die Panzerhaube auf dem Vorpanzer aufruht.

Die früher erwähnten Pufferfedern, sowie die Spiralfeder zwischen Hebelende und Zugstange, dienen einerseits dazu, das Feuer auch im angehobenen Zustande zu ermöglichen, als auch anderseits in dieser Stellung die Wirkung auftreffender Geschosse unschädlich zu machen.

Das Ertheilen der Seitenrichtung erfolgt hier ähnlich wie bei der erst beschriebenen Panzerlafette durch ein Speichenrad *f* mit Zahntrieb und einen Zahnkranz *g* am Pivotbocke; der Bremshebel *h* kann auch als Handbaum für eine raschere Drehbewegung benützt werden, wozu der oben erwähnte Zahntrieb ausgerückt wird. Die Scala für die Seitenrichtung befindet sich auf der Bremsscheibe.

Auch die Höhenrichtung erfolgt in gleicher Weise wie bei der 15*cm* Panzerlafette mittels eines Speichenrades, doch ist hier das Rohr ausbalanciert. Hiefür ist am äußeren Ende des Zahnbogens ein Tragband *i* befestigt, welches über die Rolle *k* läuft, und an seinem anderen Ende ein Gegengewicht *l* trägt, wozu die Pivot-Säule hohl und mit entsprechenden Ausnehmungen für die Gegengewichts-Anker versehen sein muss.

Der Hartguss-Vorpanzer ruht aut einem ringförmigen Blechträger, welcher gleichzeitig die Innenleibung des ganzen Hohlraumes bildet und in zahlreiche Fächer zur Aufnahme von 600 Stück Einheits-Patronen untertheilt ist. An der Angriffseite ist noch eine Schweißeisen-Platte als Vorpanzer-Ergänzung angebracht.

Zur Bedienung der Lafette genügen im Obergeschoße zwei Mann; zum Zureichen der Munition aus dem unteren Geschoße ein dritter Mann.

Die 360° Wendung kann mit Hilfe des Handrades in 30 Secunden, mit dem Handbaum (Bremshebel) in 15 Secunden ausgeführt werden. Schusszahl in der Minute: 10.

Auch diese Construction kann nur in jeder Hinsicht praktisch und sehr widerstandsfähig genannt werden. Insbesondere wäre hier auf den Vortheil des federnden Auflagers hinzuweisen, welches Geschoss-Aufschläge (im angehobenen Zustande der Lafette) für den Mechanismus zweifellos bedeutend weniger empfindlich macht. Auch die handsame und jeden Munitions-Transport während des Kampfes ersparende Unterbringung der Einheits-Patrone ist nachahmenswert.

Dennoch fragt es sich, ob diese Gattung von Panzerlafetten in Zukunft noch viel Verwendung finden wird, weil die Nachfrage nach Schnellfeuer-Haubitzen (die nur in den Schumann'schen Befestigungs-Vorschlägen eine Rolle spielen) kaum noch bedeutend sein dürfte. Schnellfeuernde Geschütze sind wohl nur gegen gewaltsamen Angriff und bewegliche, nicht lange Stand haltende Ziele erforderlich; hiezu eignen sich aber derartige indirect feuernde Geschütze überhaupt nicht; für den dauernden Artilleriekampf, gegen Batterien und Deckungen, benöthigt man kein Schnellfeuer und hat mit einem Schusse in der Minute vollauf genug.

Gepanzerter Beobachtungsstand. (Tafel VII, Fig. 9.)

Tafel VII. Fig. 9.

Dieser drehbare Panzer soll, obwohl er an und für sich keine Lafette, sonach auch keine Panzerlafette ist, auch an dieser Stelle besprochen werden, da er in seiner ganzen Anordnung nach ähnlichen Grundsätzen wie die vorher besprochenen Panzer construiert ist.

Die Panzerhaube liegt mit drei Armen eines Gabelträgers, die sich in einer Spurpfanne vereinen, auf dem Spurzapfen der heb- und senkbaren Pivot-Säule, und in der versenkten Stellung mit ihrem Rande auch auf dem Vorpanzer auf. Dabei ist das Gewicht aller dieser Theile durch das Gegengewicht nahezu ausbalanciert, welches sich an dem langen Arme eines Hebels befindet, dessen kurzer Arm die Pivot-Säule unterstützt.

Im gehobenen Zustande kann die Panzerhaube mittels des Handrades *b* (Zahntrieb, ferner Zahnkreis am Führungsbocke) gedreht werden.

Zum Heben dient der einarmige Hebel *a*, welcher auf dem Gabelträger drehbar gelagert, mit seinem anderen Ende aber durch ein Charnier mit einer Druckstange verbunden ist, die durch den Gabelträger reicht und auf dem Führungsbocke frei aufruht. Durch einen Druck auf diesen Hebel, welcher sich hiebei auf die Druckstange und den Führungsbock stützt, wird das Übergewicht der Panzer-Construction überwunden und die Panzerhaube hebt sich vom Vorpanzer ab, worauf sie in der oben angeführten Weise gedreht werden kann; der Hebel wird dabei durch eine Klemmschraube *c* fixiert. Durch Geschossaufschläge löst sich diese Klemmschraube, und die Kuppel sinkt wieder auf den Vorpanzer herab, welcher Vorgang wohl mit starken Erschütterungen für den ganzen Mechanismus verbunden sein muss.

Das Heben und Drehen der Panzerhaube erfolgt durch den Beobachter, welcher auf einem Sattel sitzt und entweder durch den Visierschlitz oder durch das Mannloch auslugen kann. Der Visierschlitz ist mit Korn und Visier versehen.

Die Seitenrichtung wird durch einen Zeiger an der Scala angegeben.

Bei diesem Objecte ist wohl der Vorwurf gegen den Central-Pivot wegen Beengung des Innenraumes vollkommen begründet.

b) Fahrbare Panzerlafetten. (Tafel VII, Fig. 5.)

Tafel VII. Fig. 5.

Von dieser Gattung werden im Grusonwerke solche für 3·7*cm*, 5·3*cm* und 5·7*cm* Caliber erzeugt. Sie bilden möglichst compendiöse und leicht fortzubringende, splittersichere Deckungen für Nahkampfgeschütze, welche in vorbereiteten Beton-, oder selbst Erd-Brustwehren rasch eingestellt werden können; eignen sich also sowohl zur Armierung von beständigen als auch provisorischen, oder feldmäßigen Anlagen.

Die neueste Type derselben ist die 5·7*cm* Panzerlafette, welche im Hinblicke auf ihr wirkungsfähigeres Geschütz als die beste angesehen werden kann. Ihre Panzerhaube wird durch eine 40*mm* starke Calotte aus gewalztem Flusseisen gebildet und ruht auf den drei Armen einer Pivotsäule, welche mittels eines Spurzapfens auf der am Boden der ganzen Construction befestigten Spurpfanne *a* balanciert.

Die Seiten des cylindrischen Gehäuses werden durch Blechwände gebildet, welche im oberen Theile durch eine Schweißeisenplatte *b* verstärkt sind.

Nächst der Scharte ist an der Panzerdecke der Rohrträger *c* für das Geschütz anmontiert, dessen Rücklauf vollkommen aufgehoben ist.

Die Seitenrichtung wird mittels des Handrades *d* ertheilt, welches in zwei Armen der Pivot-Säule eingelagert ist und an dem unteren Ende seiner verticalen Welle einen Zahntrieb trägt, der in den Zahnkranz *e* des unbeweglichen Bodenstückes eingreift. Eine Bremsvorrichtung mit Bremshebel *f* ermöglicht die Feststellung in jeder Lage. Die Höhenrichtung des Geschützes erfolgt durch die Richtschraube mit Handrad *g*.

Das Richten kann sowohl durch die Scharte, als auch durch einen ihr gegenüberliegenden Visierschlitz erfolgen; zum Einstellen dient hiebei die Scala *h*.

Der das Geschütz bedienende Mann sitzt auf dem umklappbaren Sitze *i*, ein zweiter zum Zureichen der Munition bestimmter Kanonier auf einem zweiten solchen Sitze. Der Rest des entbehrlichen Innenraumes ist zur Unterbringung von 80 Einheits-Patronen mit Fächern versehen.

Der Boden des Gehäuses hat vier Rollen, mittels welcher die Panzerlafette auf den Schienen des Geschützstandes oder des Transport-Wagens gefahren wird.

Das Gewicht der Panzerlafette sammt Rohr beträgt 2.300*kg*, jenes des dazugehörigen Wagens 300*kg*. Größte Feuerschnelligkeit 35 Schuss in der Minute.

Der Hauptvortheil dieser Type, welcher sie eben zur mobilen Verwendung befähigt, ist ihr verhältnismäßig geringes Gewicht bei genügendem Panzerschutz gegen Shrapnels und Geschoss-Splitter, selbst schwerer Geschütze. Anderseits ist nicht zu leugnen, dass diese Deckung einige Mängel aufweist: so den sehr beengten Innenraum, und das ebenfalls sehr enge Gesichtsfeld; endlich erscheint es fraglich, ob das Drehvermögen des Mechanismus nicht beim Auftreffen großer Geschoss-Sprengstücke leiden würde.

Die 5·3*cm* und 3·7*cm* fahrbaren Panzerlafetten sind ähnlich; doch ist erstere älterer Construction und besitzt trotz des geringeren Calibers ein größeres Gewicht als die 5·7*cm* Lafette. Die 3·7*cm* Panzerlafette wiegt zwar bedeutend weniger (sammt Wagen nur 2.000*kg*), ihr Geschütz ist aber wenig wirkungsfähig.

c) Panzerstände für Mörser.

Diese Gattung Panzerlafetten unterscheidet sich ihrer Form nach vollkommen von den bisher beschriebenen, indem hier der drehbare Theil der Panzerung in Gestalt einer Hartguss-Kugel mit dem Rohre selbst vereint ist.

Panzerstand für 21*cm* Mörser. (Tafel VII, Fig. 4.)

Der Hartguss-Mantel *a* des Mörsers liegt mittels halbcylindrischer Ausnehmungen *b*, deren ideale Axe jene des Rohres im Mittelpunkte der Kugel schneidet, in den ähnlich gestalteten Lagern des U-förmigen gusseisernen Rohrträgers *c*. Um beim Schusse das Hüpfen des Mörsers zu vermeiden, sind nächst der erwähnten Lager Niederhalter angebracht, welche in die eingefrästen Führungsnuthen des Hartgussmantels eingreifen. Der Rohrträger ruht nun auf der hölzernen Säule *d*, und diese mittels eines gusseisernen Spurlagers auf einem flachen Spurzapfen der Fundament-Platte *e*, welche ebenfalls zur Ausgleichung der Rückstöße auf Holz gebettet ist. Tafel VII. Fig. 4.

Beim Ertheilen der Seitenrichtung wird nun der Rohrträger sammt Mörser mittels des Handbaumes *f* mit dem Spurzapfen gedreht. Die das Maß der Drehung anzeigende Scala ist auf der Oberfläche des feststehenden Blechmantels *g* angebracht, während der dazugehörige Zeiger sammt Nonius sich an dem Rohrträger befindet. Zum Festhalten der Richtung dient ein Bremsband mit Hebel *h*. Für das Ertheilen der Höhenrichtung ist die Mörser-Kuppel mit einem Zahnbogen *i* ausgestattet, der durch ein Handrad mit Schnecke in Bewegung versetzt wird; das Maß der Höhenrichtung ist auf der Scala *k* abzulesen. Beim Schießen oder bei Geschossaufschlägen pendelt der bewegliche Theil der Construction auf dem Spurzapfen und lehnt sich an den Vorpanzer an, kehrt jedoch, seinem Gewichte folgend, wieder selbstthätig in die Gleichgewichts-Lage zurück. Die Eindeckung des Bedienungs-Raumes wird durch den Hartgussring des Vorpanzers gebildet, welcher aus vier Blöcken besteht. In der hiedurch entstehenden Ringgalerie ist Raum für Handmunition, welche durch einen Geschosskrahn mit Geschosswagen *l* zum Ladeorte gebracht wird. Bedienung drei Mann. Gewicht der ganzen Construction 80.000*kg*; des Mörsers 5.450*kg*.

Die Idee des Kugelmörsers ist zweifellos sehr sinnreich und dessen Ausführungsweise ebenso klar als einfach, doch lassen sich immerhin folgende Bedenken aussprechen:

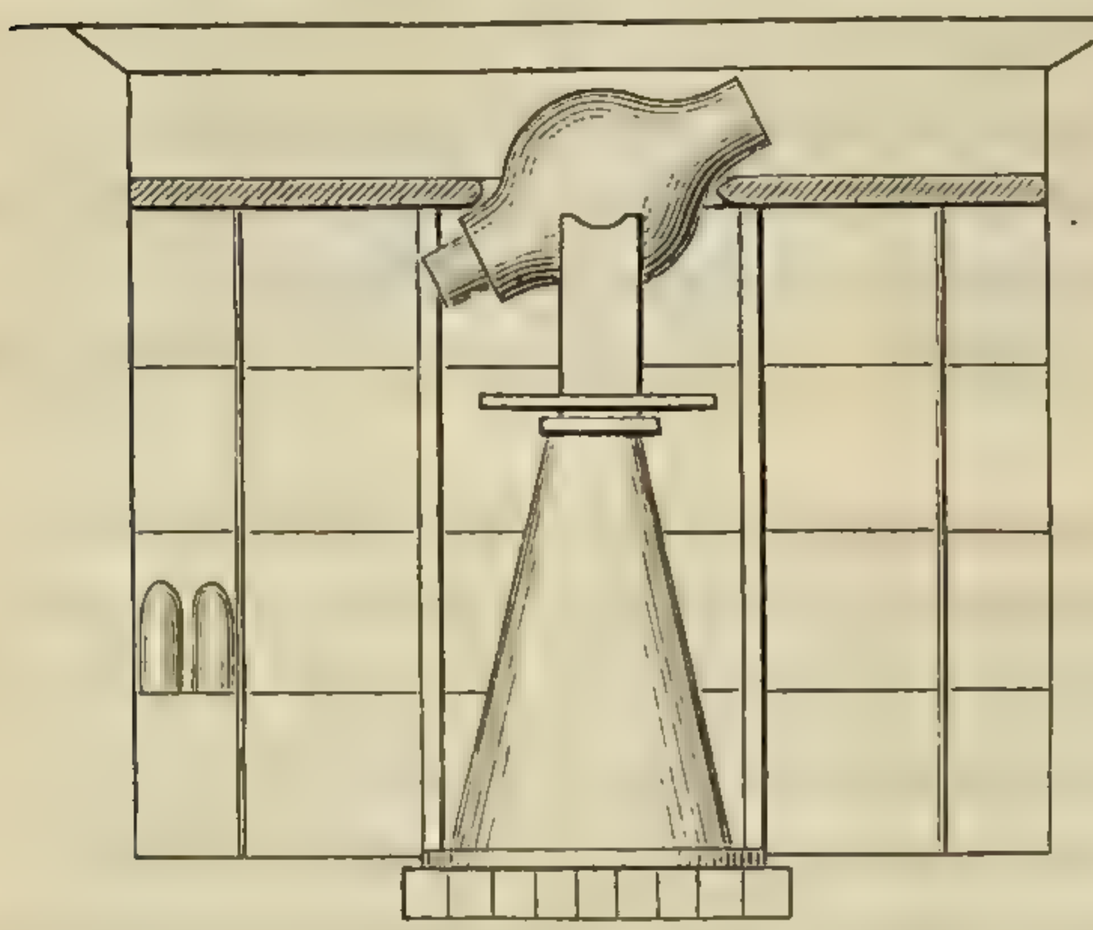
1. Es ist fraglich, ob der Hartguss-Kugelmörser selbst eine entsprechende Festigkeit besitzt (einer soll beim ersten Treffer zersprungen sein).

2. Das Entfernen verklemmter Geschoss-Splitter zwischen Hartguss-Ring und Kugel dürfte schwer fallen, da keiner dieser beiden Theile hebbar ist.

3. Der Aufwand an Hartguss steht nicht im Verhältnisse mit dem Zwecke der Deckung eines kleinen Objectes, welches durch seine Lage stets dem Flachbahnfeuer entzogen werden kann.

Panzerstand für 12*cm* Mörser.

Auch für 12*cm* Mörser werden im Grusonwerke ähnliche Constructionen ausgeführt, doch erfolgt dort die Deckung des Bedienungsraumes durch eine horizontale, 120*mm* starke Schweißeisen-Platte, die auf dem Blechunterbaue aufliegt, welch letzterer gleichzeitig Raum für 400 Schuss bietet. Hier ist das Verhältnis zwischen dem Gewichte des Rohres (1.000*kg*) und dem der Deckung (5.700*kg*) bedeutend günstiger; sonach erscheint dieses System praktischer und könnte auch für 15*cm* Mörser Anwendung finden, welcher Caliber für Vertheidigungszwecke am besten passt; 21*cm* Mörser erscheinen für den Vertheidiger unnöthig stark, 12*cm* aber zu schwach, da diesen selbst feldmäßige Deckungen widerstehen dürften.



4. Drehbare Panzerkuppeln.

Drehkuppel für einen 15*cm* Mörser. (Tafel VII, Fig. 6.)

Tafel VII. Fig. 6.

Diese besteht aus einer Flusseisen-Kuppel *a*, mit (im warmen Zustande aufgezogenem) schmiedeisernem Armierungs-Ringe *b*, dem Weikum-Kugelringe *c*, endlich dem Flusseisen-Vorpanzer *d*, gleichzeitig Kugellager, welcher auf einem gusseisernen Fundament-Ringe *e* aufruht.

Die Kuppel hat zu beiden Seiten der Scharte Angüsse für Schildzapfenlager, in welche das Rohr, vom Innenraume aus, eingelegt werden kann. Zu diesem Zwecke erhalten diese Angüsse entsprechende Ausnehmungen, welche nach Einlegen des Mörsers durch Vorlagestücke *f* mit Sperrschrauben abgeschlossen werden.

Zur Ertheilung der Seitenrichtung ist an die Kuppel ein Zahnkranz anmontiert, in welchem das Vorgelege *h* eingreift, das durch eine Kurbel mit Kegelrad-Übersetzung in Betrieb gesetzt wird. Die Bremse *i* ermöglicht die Hemmung der Welle des Vorgeleges und somit auch die Einstellung der Drehbewegung.

Die Höhenrichtung des Mörsers erfolgt mittels des Handrades *k* mit Zahnbetrieb und Zahnbogen *l*, welch letzterer an das Rohr selbst montiert ist. Zur Feststellung der Höhenrichtung dient eine Bremsschraubenmutter mit Hebel *m*.

Bei vorkommenden Verklemmungen von Geschosssplittern im Ringschlitze, oder zum Auswechseln von schadhaften Lauf-Kugeln, kann die Kuppel mittels dreier Stützschrauben gehoben werden.

Das Kuppelgewicht (ohne Rohr) beträgt ungefähr 4.600*kg*; das Gesammtgewicht der Eisen-Construction 14.500*kg*.

Der Einbau derartiger Mörserkuppeln erfolgt am besten nach Fig. 6*a*, wobei der Zugang *q* — wegen mangelnder Constructionshöhe für eine bombensichere Wölbung — mittels einer 50*mm* starken Flusseisen-Calotte *n* eingedeckt werden kann.

Um das Mörserrohr zu laden, muss es mit dem Bodenstücke entweder vor dem Zugange, oder vor einem der beiden Ladeschlitze *o* liegen, damit der Setzer den nothwendigen Raum findet. Die Munition wird bei derartiger Anordnung aus dem Gange *p*, in welchem sich der Munitions-Aufzug befinden kann, über die Stiege *q* zugetragen. Liegt dieser Gang an der Kehlseite, so kann er durch (gegenüber der Stiegenarme gelegene) Fenster beleuchtet werden, welche sodann auch zur Erhellung der Panzer-Innenräume beitragen.

Bei dem Umstande, dass Mörserkuppeln stets durch ihre Lage dem directen Flachbahn-Feuer entzogen werden können und infolge ihrer kleinen Ausmaße auch Volltreffern von Bomben nur selten ausgesetzt sein dürften, fallen hier die Nachtheile des schwachen Vorpanzers, des weitherausragenden Rohres, und selbst der großen Scharte, kaum ins Gewicht, obwohl letztere vom Standpunkt der Gefährdung durch Brisanzbomben-Gase bedenklich erscheint. Auch der Umstand, dass das Rohr nur in bestimmten Lagen geladen werden kann, ist bei derartigen Geschützen, welche nur zum langsamen Feuer bestimmt sind, nebensächlich.

Als unbedingte Vortheile dieses Systems sind hingegen die Handsamkeit seiner Mechanismen, die rasche Drehbarkeit (360° in 45 Secunden), die geringen Anschaffungskosten, endlich die verhältnismäßige Bewegungsfreiheit in seinem Inneren hervorzuheben, welch letztere, trotz der sparsamen Abmessungen, durch den Wegfall eines Central-Pivots erzielt wird.

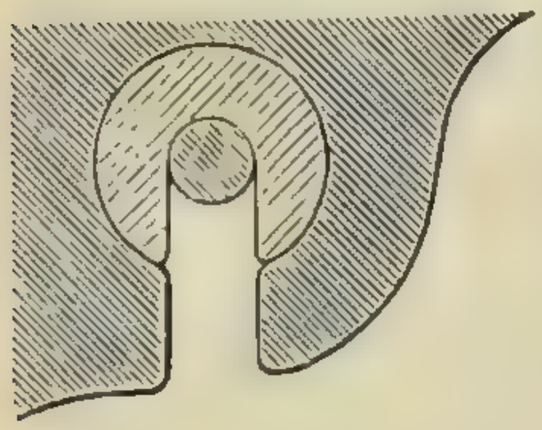
Drehkuppel für eine 7·5*cm* Schnellfeuer-Kanone. (Tafel VII, Fig. 7.)

Die Panzerhaube ist ähnlich der des Mörserstandes aus Fluss- Tafel VII.
eisen in einem Stücke gegossen und hat, abgesehen von der Verstärkung Fig. 7.

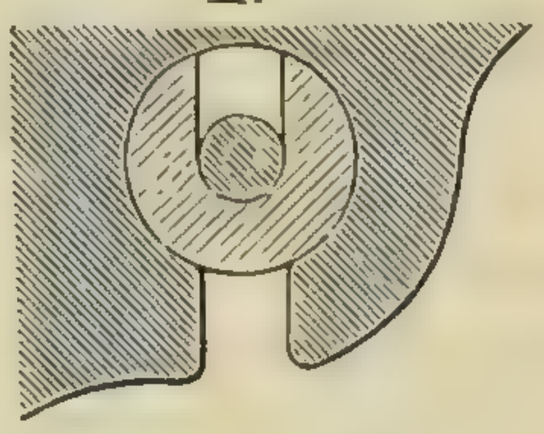
beim Schartenbusen und von der Erhöhung am obersten Theile der Decke, eine kugelcalotteförmige Gestalt. Um die Ausmaße und somit auch das Gewicht der Kuppel zu Gunsten einer leichten Beweglichkeit möglichst zu vermindern, erhielt dieselbe ein ziemlich steiles Profil, dann die oben erwähnte Erhöhung an jener Stelle, welche der Kopfstellung des richtenden Mannes entspricht.

Zwei zu beiden Seiten der Scharte angegossene Ansätze bilden die Schildzapfenlager für das Rohr, doch liegen hier die Schildzapfen nicht unmittelbar in den Lagern, sondern sind mit gusstählernen Ringen versehen; beim Einlegen oder Entfernen des Rohres werden deren Ausnehmungen mit den Ausschnitten der Angüsse durch Drehen in Übereinstimmung gebracht (I); bei eingelegtem Rohre verbleiben sie aber in der Lage II und verhüten so dessen Herausfallen.

I.



II.



Ein weiterer, durchlochter Ansatz *a* der Kuppel ermöglicht das Einhängen einer Kette oder eines Seiles zum Erleichtern der Handhabung beim Rohrauswechseln. Die Kuppel liegt auf einem Weikum-Kugellager auf, dessen Laufkranztheile mit den entsprechenden Segmenten des Vorpanzers in einem Stücke aus Flusseisen gegossen sind. Der gusseiserne Untersatz *b* dient gleichzeitig als Hand-Munitions-Magazin (Lager für Einheits-Patronen).

Die Seitenrichtung der Kuppel erfolgt durch das Speichenrad *c* mit Kegelrad-Übersetzung auf das Stirnrad *d*, welches in den Zahnkranz eingreift, der an dem feststehenden Untersatze anmontiert ist.

Die beiden das Laden und Richten besorgenden Kanoniere stehen auf einem Podium, welches mit Rücksicht auf die Höhe dieser Männer hinaufgeschraubt werden kann; für den richtenden Mann ist überdies noch ein verstellbarer Auftritt *e* angebracht.

Zum Feststellen der Seitenrichtung dient die Bremse *f*.

Die Höhenrichtung des Geschützes erfolgt durch die Schraubenspindel *g* mit Handrad, dessen Welle in einem Arme *h* lagert, welcher in einem der Angüsse versetzt und durch den Vorleger *i* in seiner Lage erhalten wird.

Beim Auslegen des Rohres muss vorerst die Richtmaschine entfernt werden.

Die Vorrichtung zum Heben der Kuppel, sowie die Zugangsverhältnisse sind ähnlich wie beim Mörserstand.

Das Gewicht des drehbaren Theiles beträgt 13*t*.
Eine 360° Wendung erfordert 30 Secunden Zeit.
Zur Bedienung (ohne Zutragen von Munition) genügen 2 Mann.

Vortheile dieses Systemes:

1. Rasche Beweglichkeit.
2. Einfache Bedienung. (Der Richtende hat die Antriebsmechanismen für Höhen- und Seiten-Richtung unmittelbar zur Hand und kann durch die Scharte visieren.)
3. Bequeme Zugangsverhältnisse.
4. Möglichkeit, das Rohr rasch auszuwechseln.

Als Nachtheile ließen sich anführen:

Die steile Kuppelform mit stark sichtbarer Silhouette, welche es wünschenswert macht, die Panzerhaube derart aufzustellen, dass sich ihr Profil nicht vom Horizonte abhebt; dann das weite Herausragen des Rohres, wodurch selbes auch bei abgedrehter Kuppel leicht durch Sprengstücke oder Bomben getroffen werden kann; ferner die mangelnde Abdichtung gegen Gase der Brisanzbomben; endlich der verhältnismäßig schwache Vorpanzer.

Die steile Kuppelform in Verbindung mit dem herausragenden Rohre werden durch die sparsame Dimensionierung des Objectes bedingt, welche infolge des dabei sich ergebenden geringen Gewichtes die oben erwähnte rasche Beweglichkeit und einfache Bedienung ermöglicht, und den Kostenpreis bedeutend vermindert.

Eine vollkommene Abdichtung der Scharte ist nur bei Aufgeben des für ein Schnellfeuer-Geschütz zweifellos sehr wertvollen Visierens durch die Scharte denkbar; eine theilweise Abdichtung ließe sich übrigens durch Anbringung eines Schutzbleches am Rohre erzielen.

Bei langen Gefechtspausen kann das Rohr im Interesse seiner Sicherheit ausgehoben und in den Innenraum hereingezogen werden; doch wäre dieses Auskunftsmittel wohl nur bei Tage anzuwenden, wo die Gefahr plötzlicher Überfälle ferne liegt, indem das Einlegen des Rohres immerhin einige Minuten Zeit erfordert. In dieser Hinsicht ließe sich eine Verbesserung durch eine Vorrichtung erzielen, welche das rasche Zurück- und Vorbringen des Rohres gestattet, ähnlich wie dies bei den später zu beschreibenden h e b- u n d s e n k b a r e n Panzer-Lafetten des Grusonwerkes der Fall ist; jedoch würde diese Einrichtung eine bedeutende Vergrößerung des Kuppelhalbmessers herbeiführen.

Die verhältnismäßig geringe Stärke des Vorpanzers wird durch die weitaus billigere Granit-Vorlage wettgemacht.

Drehkuppel für eine 15*cm* Haubitze. (Tafel VII, Fig. 8.)

Tafel VII. Fig. 8.

Die Panzerhaube, aus einem Stücke (Flusseisen) gegossen, zeigt, abgesehen von der flacher verlaufenden Profil-Linie, eine ähnliche Gestalt wie die oben beschriebene; sie liegt ebenfalls auf einem Weikum-Kugelringe auf, dessen Lager mit dem Flusseisen-Vorpanzer vereint ist.

Das Rohr hat, mittels kleiner vorderer Schildzapfen, seine Drehaxe in der Schartenenge und liegt mit den rückwärtigen Schildzapfen in einem Rohrträger, der sich in kreis-cylindrischen Führungen jener Kuppelangüsse bewegt, welche hier die Lafettenwände bilden. Diese, an die Schuhmann'schen Panzer-Lafetten erinnernde Anordnung, ermöglicht die vollständige Aufhebung des Rücklaufes bei nur geringem Herausragen des Rohres aus der Scharte.

Zum Ertheilen der Höhenrichtung dient die Richtschraube mit Kurbelantrieb, auf deren gabelförmigem Haupte *a* der Rohrträger aufruht. Der Richtende visiert hiebei durch einen zur Rohrebene parallel gestellten Visierschlitz, mit Hilfe des Visieres *b*; sein Standplatz ist auf dem Auftritte, welcher der Drehbewegung der Kuppel folgt.

Um ein rascheres Senken des Rohres zu ermöglichen, ist dessen Last durch ein Gegengewicht an der Kette *c* ausbalanciert.

Die übrigen Einrichtungen, wie Auflager des Vorpanzers, Mechanismus zum Ertheilen der Seitenrichtung, ferner die Schraubenbolzen zum Heben der Kuppel, endlich die Zugangs-Verhältnisse, sind ähnlich wie bei den oben beschriebenen Beispielen von Drehkuppeln.

Das Gewicht der Panzerhaube beträgt beiläufig 14*t*, jenes des Vorpanzers nur 9*t*.

Zur Bedienung werden, ohne Zutragen der Munition, vier Mann erforderlich.

Im Vergleiche zu den Panzer-Lafetten für Haubitzen des Grusonwerkes bietet diese Anordnung die Möglichkeit des directen und rascheren Richtens (infolge des vorhandenen Visierschlitzes und des hier nicht nothwendigen Hebens), wodurch das Geschütz auch zum Kampfe gegen bewegliche Ziele (Truppen) befähigt wird. Auch die Zugangs-Verhältnisse sind bei diesem Systeme bequemer.

Drehkuppel als Beobachtungsstand. (Tafel VII, Fig. 10.)

Tafel VII. Fig. 10.

Auch diese ist aus Flusseisen in einem Stücke gegossen und mit Vorpanzer, Laufvorrichtung, Untersatz und Zugangsdecke in ähnlicher Weise ausgestattet, wie die vorher beschriebenen Objecte gleicher Type.

In der Kuppel ist ein schmaler Visierschlitz *a* mit Diopter-Lineal, dann eine größere Beobachtungs-Öffnung *b* zur Aufnahme eines Fernrohres angebracht, welch letztere durch ein Schubthürchen verschließbar ist.

Die Seitenrichtung wird mittels eines Handrades mit Zahntrieb und durch den Zahnkranz *c* ertheilt. Die Richt-Scala des Beobachtungs-Standes muss mit denen jener Panzerobjecte, für welche die Beobachtung zu übernehmen ist, gleich orientiert sein, damit die Ablesung dort unmittelbar übertragen werden kann.

Bei diesem Stande zeigt sich wohl am deutlichsten, dass durch den Wegfall des Central-Pivots oft viel Raum gewonnen wird; auch ist hier die ganze Anordnung viel einfacher als bei dem Gruson'schen Beobachtungsstande.

Heb- und senkbare, dann schwingende Panzer.

Wie schon erwähnt, besteht der Zweck dieser Art von Panzerdeckungen darin, die Schartengegend, als den verwundbarsten Theil der Construction, während der Ruhe- und Ladepausen der feindlichen Einwirkung (nämlich sowohl dem Schusse und Wurfe, wie auch der Splitter-Wirkung) vollkommen zu entziehen; dies wird durch Versenken oder Pendeln der Panzerhaube erreicht, indem so die Scharten unter die deckende Linie des Vorpanzers gebracht werden.

a) Heb- und senkbare Panzer-Lafette für eine 5·7*cm* Schnellfeuer-Kanone. (Tafel VIII, Fig. 1.)

Die Panzerung dieses Objectes besteht aus einer schweißeisernen Kugelcalotte und aus einem cylindrischen, gusstählernen Seitenpanzer *a*. Tafel VIII. Fig. 1.

Erstere liegt mittels Holzeinlagen *b* (zur Milderung der Stöße von Geschossaufschlägen) auf den beiden Lafettenwänden auf und ist gegen Verschiebungen mit einem kreisförmigen Winkelbleche *c* vereint, welches sich an den cylindrischen Theil anlehnt. Die Lafettenwände ruhen mittels eines Querstückes und eines Spurzapfens in der bei den Panzer-Lafetten üblichen Weise auf der Pivot-Säule. Diese ist in der Führungsbahn vertical verschiebbar eingestellt und sitzt auf dem kurzen Arme eines doppelarmigen Hebels auf, an dessen langem Arme ein Gegengewicht *d* befestigt ist, durch welches das ganze Gewicht des beweglichen Theiles der Panzer-Lafette nahezu ausbalanciert wird.

Drückt man mittels der Zugstange *e* den langen Hebelsarm in seine tiefste (in der Zeichnung dargestellte) Lage, so gelangt die Lafette in die gehobene, also Feuer-Stellung, in welcher sie durch die richtige Lage einer Begrenzungsnase der Zugstange erhalten wird. Will man hingegen in die Ruhestellung übergehen, so wird nach Ausrückung der Begrenzungsnase die Zugstange und mit ihr das Gegengewicht gehoben, wobei sich die Panzer-Lafette so weit senkt, dass die Panzerhaube mit ihrer konischen Rundfläche auf dem Hartguss-Vorpanzer aufzuliegen kommt, wonach die im Vertical-Panzer eingeschnittene Scharte der feindlichen Geschosswirkung vollkommen entzogen bleibt; auch für diese Stellung ist an der Zugstange eine Begrenzungsnase angebracht.

Das Rohr ist in Führungen der Lafettenwände mittels eines Rohrträgers derart eingelegt, dass es für die Ruhestellung vollkommen in den Innenraum des Panzers zurückgezogen, für die Feuerstellung hingegen mit den Schildzapfen bis knapp an die Scharte vorgeschoben werden kann, in welch letzterer Lage sich der Rohrträger an vertical verstellbare Riegel *f* stemmt, die zur Aufnahme des Rückstoßes bestimmt sind. Das Vorlegen dieser Riegel erfolgt mittels einer Hebel-Übersetzung durch das Herunterklappen des Sattelsitzes *g* für den richtenden Kanonier; doch muss hiezu das Rohr erst durch eine Schnurvorrichtung in die Feuerposition vorgezogen werden.

Zum Ertheilen der Seitenrichtung dient das Tretrad *h*, an dessen mit dem drehbaren Theile verbundener Welle ein Kegeltrieb aufgekeilt ist, welcher in den kegelförmigen Zahnkranz der nicht drehbaren Pivot-Säule eingreift. Der das Geschütz bedienende und richtende Mann bewegt dieses Tretrad mit seinen Füßen; er kann auch durch eine Hebelbremse *i* die Seitenrichtung festklemmen.

Die Höhenrichtung wird durch die Richtschraube *k* gegeben, doch wird hiebei nicht durch die Scharte, sondern durch einen Visierschlitz *l* über ein Richt-Lineal visiert.

Der Innenraum wird durch einen cylindrischen Blechbau begrenzt, welcher auch dem Vorpanzer zum Auflager dient und in seinen Fächern 700 Einheits-Patronen aufnehmen kann. Der obere Theil dieses Blechbaues ist durch eine Schweißeisen-Platte *m* verstärkt.

Zur Bedienung sind nur zwei Mann erforderlich: einer zum Heben der Lafette und sodann zum Laden, Richten und Abfeuern des Geschützes, der zweite zum Zureichen der Munition. Eine kleine Zahl Patronen kann stets handgerecht auf einem Patronentische bereitgestellt werden. Das Gewicht der ganzen Construction beträgt sammt Vorpanzer 12.500*kg*.

Das Geschütz hat eine Maximal-Portée von 3.200*m*. Übrigens werden derartige Panzer-Lafetten auch für 5·7*cm* Rohre, mit einer größten Schussweite von 4.500*m*, erzeugt.

Die Vortheile dieser sehr handsamen und verhältnismäßig einfachen Construction liegen vor allem in dem Umstande, dass man durch sie Nahkampf-Geschütze bis zum letzten Augenblicke, wo sie in Wirksamkeit treten sollen, unbeschädigt und dabei doch in der Stellung kampfbereit erhalten kann, indem die versenkte Panzer-Lafette gegen Flachbahnfeuer vollkommen unempfindlich, gegen den Bombenwurf, schon durch das kleine Ziel, das sie bietet, sonst aber noch durch die genügend starke Decke, gesichert ist. Überdies ist durch Schießversuche erwiesen, dass das Feuer ihres Geschützes — trotz der scheinbar labilen Lage der Panzer-Lafette im gehobenen Zustande, wo sie infolge der Rückstöße auf dem Spurzapfen pendeln und an dem Vorpanzer anstoßen muss — insbesondere auf den näheren Distanzen eine vollkommen entsprechende Schuss-Präcision aufweist.

Insoweit man also von einem derartigen Nahkampf-Geschütze nur das Eingreifen in den Kampf während der letzten Zeit eines Angriffes verlangt, wo die feindliche Artillerie ihren eigenen Truppen zulieb das Feuer bereits einstellen musste, wird eine solche Anordnung vollkommen entsprechen und für die Bestreichung der Glacis und des Umterrains sicherlich vorzügliche Dienste leisten. Will man aber die volle Tragweite (3 bis 4.500*m*) solcher Geschütze (5·3*cm* und 5·7*cm* Caliber) ausnützen, mit denselben also schon in den früheren Kampf eingreifen, wo das feindliche Feuer nicht schweigt, dann kommen die Nachtheile dieses Systemes zur Geltung: der Vertical-Panzer und auch das geringe Gewicht der Panzerhaube bieten keinen genügenden Widerstand gegen schwere Flachbahn-Geschosse, auch dürften in der gehobenen Stellung selbst Bombentreffer namhafte Zerstörungen an den Hebevorrichtungen hervorrufen; für solche Zwecke würden also einfach drehbare Objecte voraussichtlich besser entsprechen.

Eine ähnliche Construction wurde übrigens im Grusonwerke auch für heb- und senkbare 12*cm* Panzer-Lafetten angewendet, doch war dort die ganze Anlage bedeutend complicierter, da es sich um die Überwindung von weitaus größeren Lasten und Reibungs-Widerständen handelte. Letztere Gattung soll in neuerer Zeit auch gar nicht mehr zur Erzeugung gelangen, da sie sich in der Praxis nicht vollkommen bewährt zu haben scheint. Diesem nach ließe sich schließen, dass dieses Princip, in einfacher und handlicher Weise, eben nur für ganz kleine Caliber anwendbar ist.

b) Andere Gattungen heb- und senkbarer Thürme.

In Frankreich, wo in den letzten Jahren ausgedehnte Versuche mit Panzern stattfanden, wurde wiederholt von den leitenden Fachkreisen betont, dass es eine Nothwendigkeit sei, den Thurm für direct feuernde Kanonen schweren oder leichten Calibers verschwindbar zu machen, indem derselbe hier der planmäßigen Beschießung nicht durch eine Maske entzogen werden kann. Sonach ist erklärlich, dass gerade aus diesem Lande die meisten Entwürfe derartiger Panzer-Constructionen stammen.

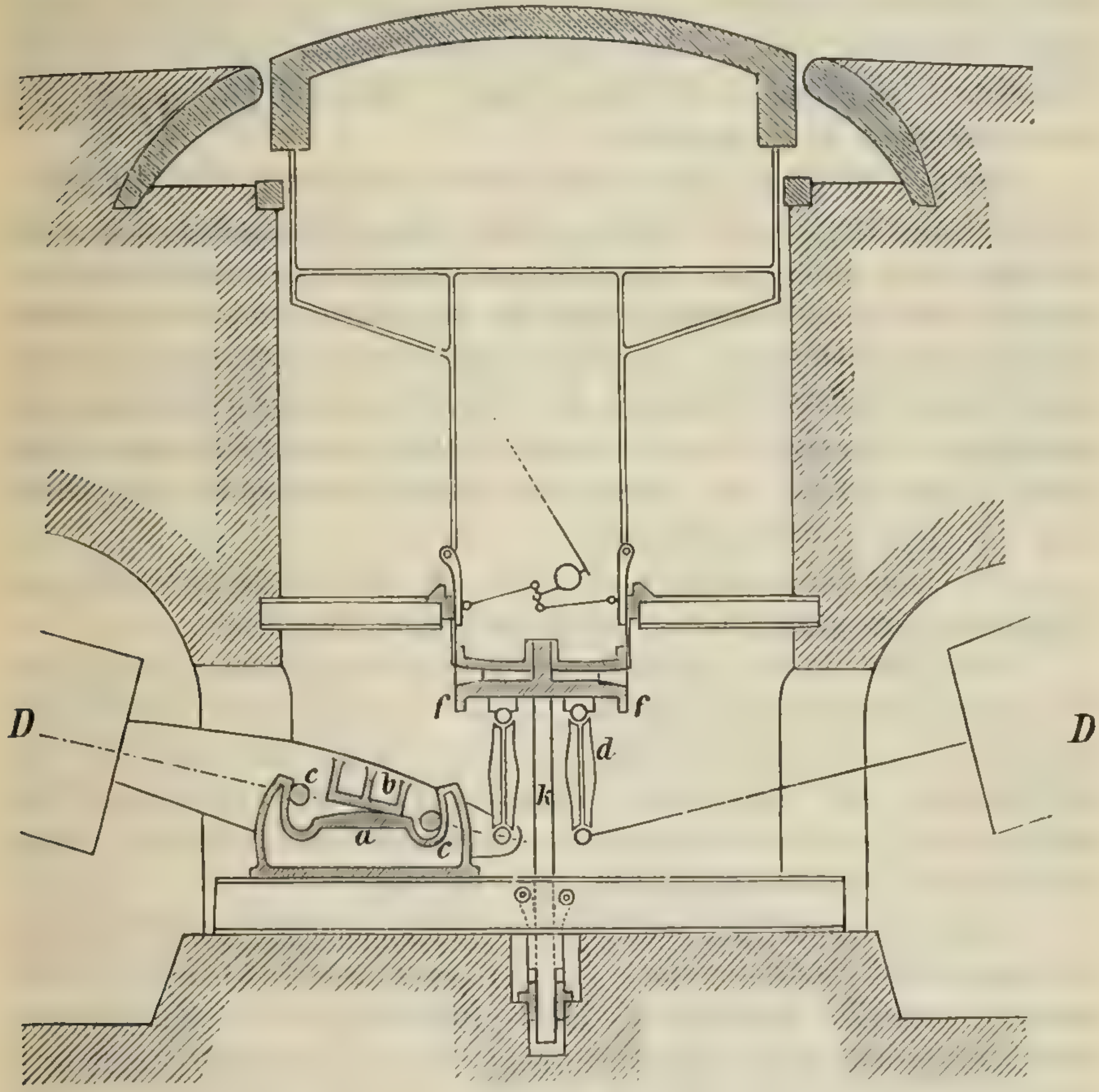
Unter diesen muss vor allem das Project des Obersten Bussières genannt werden, von welchen es seinerzeit hieß, dass es von der Regierung angenommen wurde.

Bei demselben ist die Construction eigentlich nach gleichen Grundsätzen wie bei dem Thurme mit Central-Pivot Mougins; ein Panzergehäuse für zwei 15*cm* Kanonen, dessen Scharten in der Ruhestellung durch den Vorpanzer vollkommen gedeckt sind, wird durch einen hydraulischen Kolben um 80*cm* gehoben und so in die Feuerstellung gebracht. Die Zeitdauer für das Heben des Thurmes, das Abfeuern seiner Geschütze und für die Rückkehr in die gedeckte Lage beträgt hiebei nur 12 Secunden.

Die Möglichkeit eines so raschen Wechsels zwischen Lade- und Kampf-Stellung hat zwar hauptsächlich nur Wert für den Kampf gegen feststehende Ziele, wobei die Seitenrichtung des Thurmes noch in der versenkten Lage (auf indirecte Weise) erfolgen kann; beim Feuer gegen bewegliche Ziele, wo das directe Richten (Anvisieren) Platz greifen soll und welches nur in der gehobenen Stellung möglich erscheint, müsste der Thurm länger in der gefährdeten Lage verbleiben, während welcher er den verticalen Theil seines Panzers der Beschießung aussetzt. Bei alledem hat man es hier wieder mit den Gefahren und Schwierigkeiten zu thun, welche mit größeren hydraulischen Apparaten verbunden sind. Auch müssen die Kosten eines derartigen Thurmes jene einfach drehbarer Thürme bedeutend überragen.

Den neuesten Nachrichten zufolge scheint man übrigens in Frankreich von der Einführung dieses Systemes abgekommen zu sein, trägt sich vielmehr mit der Absicht einen vom Genie-Major Galopin vorgeschlagenen, versenkbaren Thurm zu versuchen.

Dieser Entwurf [1]) entspricht schon aus dem Grunde eher den militärischen Anforderungen, weil hier das Heben des Thurmes, ohne Anwendung von Hydraulik oder Dampf, nur durch das Ausbalancieren und rechtzeitige Einschalten von Gegengewichten ermöglicht wird, ähnlich wie dies bei den früher erwähnten Schumann'schen heb- und senkbaren Panzer-Lafetten für 12*cm* Kanonen der Fall war.



Auch dieser Thurm ist für zwei 15*cm* Kanonen bestimmt und hat, wie in der Skizze angedeutet, ein Panzergehäuse mit kugelcalotteförmiger Decke und cylindrischen, verticalen Seitenwänden. Das Panzergehäuse ruht sammt seiner Drehscheibe *f* auf einer Säule *k* auf, wobei dessen Gewicht nahezu durch die am längeren Hebelarme angebrachten Gegengewichte *D* ausbalanciert wird. Bei jedem dieser letzteren kann nun

[1]) Näheres siehe: „Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Geniewesens". 1893, 3. und 7. Heft.

ein weiteres Gegengewicht eingeschaltet werden, durch dessen Hinzufügung der Thurm aufsteigt und sich anfänglich mit bedeutender, nach und nach jedoch abnehmender Geschwindigkeit in die Feuerstellung bewegt, in welcher er sodann durch Sperrhaken erhalten wird; die früher hinzugefügten zweiten Gegengewichte sind nunmehr ausgeschaltet und werden für den nächsten Hub durch Aufwinden auf Trommeln wieder bereitgestellt. Bei der Schussabgabe lösen sich die Sperrhaken selbstthätig aus, wonach der Thurm wieder seinem Gewichts-Überschusse folgt und in die Ladestellung — abermals mit abnehmender Geschwindigkeit — zurückkehrt.

Diese, zweifellos sehr vortheilhafte Geschwindigkeits-Abnahme, sowohl beim Heben als Senken, welche den Übergang in die neue Stellung ohne Stoß oder Erschütterung ermöglicht, wird durch die Veränderlichkeit der Hebelarmlängen für die Thurm- und Gegengewichte erreicht. Die Drehpunkte der zweiarmigen Hebel liegen nämlich nicht fest, indem sich der Stützkörper des Hebels auf der cylindrischen Auflagerfläche *a* bewegt, wobei er durch die Stifte *c* eine Führung erhält, durch welche er für jeden seiner wechselnden Stützpunkte festgehalten, d. h. am Gleiten verhindert wird.

Die Hubhöhe beträgt hier 90*cm*; für das Heben, Abfeuern und Senken sind im ganzen nur 5 bis 6 Secunden erforderlich.

Man sieht sonach, dass dieser Thurm, ohne Motoren-Anlage und nur durch Menschenkraft betrieben, rascher arbeitet als der des Obersten Bussières, also in jeder Hinsicht den Vorzug verdient. Von den Nachtheilen aller heb- und senkbaren Anlagen (Complication der Mechanismen, größerer Raumbedarf und Zeigen einer verticalen Trefffläche) kann er naturgemäß auch nicht frei sein.

In die Gattung der versenkbaren Panzer gehören endlich noch die „schwimmenden Thürme“ von Sorriot und Van Choboreq, welche mittels mächtiger Schwimmer (hohle Blechkörper) in unterirdischen Behältern schwimmen, demnach infolge des vorhandenen Auftriebes leichter gehoben werden können. Die eigenthümlichen Entwürfe, welche nach den vorhandenen Skizzen zu urtheilen ebensoviel Raum als Kosten erfordern dürften, scheinen, schon vom Standpunkte des genauen Schießens beurtheilt, von zweifelhaftem Werte. Welitschko [1]) bezeichnet sie mit dem charakteristischen Namen „Panzerschiffe im Trockenen“.

---

[1]) Siehe: Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Geniewesens“. 1890. 5. Heft: Russische Ansichten und Vorschläge in Bezug auf den gegenwärtigen Stand der Fortification.

Der schwingende Panzerthurm von Mougin. (Tafel VIII, Fig. 2.)

Tafel VIII. Fig. 2.

Bei diesem System wird die Schartengegend durch eine Pendelung des ganzen Panzergehäuses unter der deckenden Linie des Vorpanzers geborgen. Kuppel und Blechunterbau sind im allgemeinen nach dem beim erst beschriebenen Mougin'schen Thurm-Projecte angeordnet. Die Rohre der beiden 15*cm* Kanonen scheinen eine ähnliche Lafettierung zu haben, wie sie beim Thurm für 12*cm* Kanonen von Châtillon-Commentry beschrieben wurde.

Das ganze Panzergehäuse mit seinem Trägersystem liegt mittels eines convexen, kräftigen Querstückes *a* von flacher, kreiscylindrischer Form in einem ebenfalls kreiscylindrischen, concaven Lager der mächtigen Drehscheibe *b*, welche auf einer gewöhnlichen Rollen-Laufvorrichtung ruht. Die Axen der erwähnten zwei Cylinder sind senkrecht zu den Ebenen der Rohraxen gestellt; dabei ist der Radius der Lagerfläche größer als der des Querstückes angenommen. Wenn der Thurm sonach mit Bezug auf die Vertical-Ebene, in welcher die beiden Cylinderaxen liegen, vollkommen ausbalanciert wäre, so hätte er die Tendenz, zwischen den beiden durch die Lagerfläche gegebenen Grenzlagen frei zu pendeln. Die eine in der Figur dargestellte Grenzlage entspricht nun der Lade-, die andere symmetrische hingegen der Feuerstellung.

Sowohl in der einen als in der anderen Lage wird der Thurm durch die drehbar am Unterbaue aufgehängten Stützen *c*, c_1 erhalten, welche auf, ebenfalls um ihre Axen drehbaren, Cylindern aufruhen. Dabei liegt im Augenblicke, wo der Thurm die Ladestellung erreicht, das mittels des Krahnes *e* und eines Kurbelantriebes im Untergeschoße aufzuwindende Gewicht *f* (2.000*kg*) auf dem Bedienungs-Podium auf. Hingegen ist auf der diametral entgegengesetzten Seite des Thurmes ein zweites Gewicht *d* von 1.000*kg* im Blechunterbaue unbeweglich eingeschlossen, derartig, dass beim Abheben des Gewichtes *f* und beim Entfernen der Stütze *c* der Thurm die Tendenz erhält, selbstthätig in die Feuerstellung überzugehen.

Während des Ladens und indirecten Richtens wird also das Gewicht *f* so hoch aufgewunden, dass es nach vollzogenem Übergange des Thurmes in die Feuerstellung wieder in unmittelbare Nähe zum Podium gelangt. Sind die Geschütze bereit und soll geschossen werden, so wird durch einen Bedienungsmann vermittels des Hebelwerkes *g* die Stütze *c* von ihrem drehbaren Auflager entfernt. Der Thurm folgt

sonach dem Übergewichte von 1.000*kg* und geht in die Feuerstellung über; die Stütze c_1 gelangt in ihre aufrechte Stellung, in welcher sie auch die neue Thurmlage fixiert. Das Podium ist nun mit einem aufgewundenen Gewichte von 2.000*kg* schon in Berührung, doch ohne zu tragen. Im Augenblicke der Schussabgabe wird gleichzeitig die Stütze c_{11} von ihrem Auflager entfernt und die Kupplung der Winde des Gewichtes *f* ausgerückt, so dass dieses auf das Podium drückt, wonach der Thurm wieder ein Übergewicht von 1.000*kg* gegen vorne erhält und automatisch in die Ladestellung zurückkehrt. Die einfache Pendelung des Thurmes vollzieht sich in nicht ganz 2 Secunden; das kleinste Schuss-Intervall soll beiläufig eine Minute betragen.

In der Axe des Thurmes befindet sich ein Vertical-Schacht für die Förderung der Munition und für den Ventilations-Schlauch.

Nach französischen Berichten soll ein solches vom Werk St. Chamond ausgeführtes Versuchsobject in jeder Richtung tadellos entsprochen haben, auch soll diese Type von der rumänischen Regierung zur Armierung einiger Bukarester Forts ausersehen sein.

Im Vergleiche mit allen anderen Entwürfen heb- und senkbarer Panzer bietet dieses System nicht zu leugnende militärische Vortheile. Im Gegensatze zu jenen zeigt dieser Panzerthurm auch in der Kampfstellung keine verticale Fläche, auch vollzieht sich bei ihm der Übergang aus der Lade- zur Feuerstellung und zurück für den Gegner unmerklich (nämlich ohne Silhouette-Änderung) und dabei mit großer Raschheit. Gleichwie beim Thurme Galopins, sind hier auch alle Mechanismen einfach und durch Menschenkraft in Bewegung zu setzen. Es fragt sich nur, wie sich dieselben gegen die Einwirkung von Geschoss-Aufschlägen verhalten. Werden hiebei die beweglichen Stützen nicht vielleicht geklemmt oder zu stark beansprucht?

Zweifellos ist es auffallend, dass sich dieser Entwurf französischen Ursprunges in öffentlichen Zeitschriften findet, während man sich sonst gerade in diesem Lande des vollkommenen Stillschweigens über alle Einrichtungen fortificatorischer Natur befleißt, welche dort Verwendung finden sollen; und warum sollte die französische Heeresleitung diese Type nicht annehmen wollen, wo doch gerade sie auf Vorschwindungsthürme soviel Gewicht legt? Diese Zweifel werfen einen Schatten auf dieses sonst in jeder Hinsicht bemerkenswerte System, welches von der Grundidee angefangen bis zu seinen Details ebenso klar als sinnreich erdacht erscheint.

Panzer-Casematten und Panzer-Schilde.

Vollständige Panzer-Casematten, bei welchen Stirne, Decke und Seitenwände gepanzert erscheinen, kommen zumeist nur in der Küstenbefestigung vor. Hingegen finden sich in der Landbefestigung häufig Casematten, wo die vom Schusse am meisten beanspruchten Theile aus Panzermateriale, die übrigen aber aus Mauerwerk ausgeführt sind.

Je nachdem nun hier der Panzer, oder das Mauerwerk überwiegt, wird man solche Anlagen entweder noch mit dem Namen „Panzer-Casematten“ oder als „Casematten mit Panzerschilden“ bezeichnen.

Da ferner die „Panzerschilde“ gewöhnlich zur Verstärkung der am meisten gefährdeten Theile der Casematten, also ihrer „Stirnen“ und „Scharten“, verwendet werden, so bezeichnet man dieselben auch als „Stirnschilde“ oder „Scharten-Panzer“.

Aus den gleichen Gründen, wie bei Besprechung der drehbaren Panzer angeführt, wird bei Panzer-Casematten von Küstenbefestigungen gewöhnlich der Hartguss, bei jenen von Landbefestigungen hingegen das Schweißeisen oder Flusseisen, seltener der Stahl oder das Compound-Material, verwendet. Letztere beiden Materialien finden infolge ihres hohen Preises nur für besonders stark beanspruchte Theile Verwendung.

Bei der Construction von Panzer-Casematten oder -Schilden muss in erster Linie der nothwendige Grad von Widerstandsfähigkeit in Betracht gezogen werden. Bei Landbefestigungen wird man sich, ähnlich wie dies schon bei den drehbaren Panzern besprochen, zumeist begnügen, die Widerstandsfähigkeit im Hinblicke auf 15*cm* Flachbahn- und 21*cm* Mörser-Geschosse zu bestimmen; hiebei wird als nächste maßgebende Schussdistanz ebenfalls 1.000*m* angenommen, wonach man die zu berücksichtigenden Auftreff-Energien ermittelt.

In vielen Fällen — so z. B. insbesondere bei Gebirgsbefestigungen — werden aber, je nach den vorhandenen Annäherungswegen und Gegenstellungen, oft nur schwächere Caliber oder grössere Schussdistanzen, oder auch, infolge der hohen Lage der Befestigung, ungünstige Auftreffwinkel der feindlichen Geschosse in Betracht zu ziehen sein.

Selbstverständlich wird man auch bei Panzer-Casematten, ähnlich wie bei Kuppeln, oder Stein-Casematten, den Grundsatz der „Schrägstellung“ der Panzer zur Herabminderung der Geschoss-Auftreffwinkel anwenden. Wo dies, wie bei Traditor-Casematten, durch ein Abschwenken der Front möglich erscheint, kann der Panzer sodann vertical gehalten werden, sonst wird er geneigt angeordnet.

Da bei Panzer-Casematten die Scharte unbeweglich, sonach auch viel leichter zu treffen ist, so folgt daraus, dass die Panzerung bei diesen eigentlich für eine geringere Trefferdichte bestimmt werden könnte, indem anzunehmen ist, dass der Gegner mit einer bedeutend geringeren Schusszahl seinen Zweck — nämlich einen Scharten- oder Rohrkopf-Treffer — erreichen wird; dennoch wird man gut thun, um Zufalls-Erfolgen des Gegners zu begegnen, die Panzerstärke mit Rücksicht auf zwei Treffer auf einen Punkt zu bestimmen.

Was das Minimal-Gewicht des Panzers mit Rücksicht auf die zu erwartenden Auftreff-Energien anbelangt, so muss bei Panzer-Casematten und -Schilden in Erwägung gezogen werden, dass sich hier der Panzer zumeist an eine Mauerwerk-Construction anlehnt, deren Masse nun auch zur Aufnahme und Vertheilung der Stoßwirkung beiträgt. Je günstiger nun die Verbindung des Panzers mit dem Mauerwerke ist — d. h. je breiter seine Auflageflächen gemacht werden können —, dann je größer die Massen und je besser die Beschaffenheit des so unmittelbar zur Stoßaufnahme beigezogenen Mauerwerkes sind, desto geringer wird auch das Gewicht der Panzerung im Verhältnis zu der zu erwartenden Geschoss-Auftreff-Energie sein dürfen.

Bezüglich der Untertheilung der Casematten-Panzerung gilt ebenfalls der Grundsatz, dass sich selbe aus möglichst wenig Theilen zusammensetzen solle, da Verbindungen stets schwache Punkte aufweisen; doch wird sich dies bei Panzer-Casematten und bei Schweißeisen-Panzern wohl nur selten, eher bei Stirnschilden und bei Anwendung von Flusseisen durchführen lassen. Besteht der Panzer aus mehreren Theilen, so wird deren Verbindung, ähnlich wie bei Kuppeln, durch Nuthen oder Leisten, Dübeln und Schraubenbolzen, selten durch Nieten hergestellt.

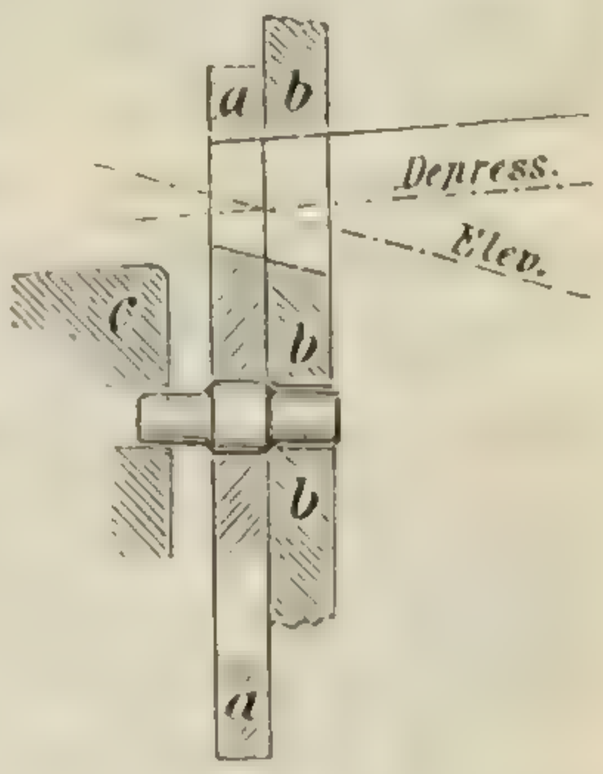
Da der verwundbarste Theil derartiger Panzer die Scharte ist, so wird man naturgemäß auch Minimalscharten anwenden; deren Construction fällt hier insoferne schwerer, als man bei diesen feststehenden Panzern dem Geschütze auch eine Verschwenkbarkeit im horizontalen Sinne ertheilen muss. Letztere wird im Maximum je 30° bis 40° zu beiden Seiten der Scharten betragen, da größere Wendungswinkel schon zu große Constructions-Schwierigkeiten (bedeutende Casematten-Breite, große Scharten- und Pivot-Nischen etc.) ergeben. Bei Traditor-Casematten, dann insbesondere bei Schartenschilden für Flankierungs-Anlagen wird zumeist mit viel geringeren Wendungswinkeln das Auslangen gefunden.

Der schon angedeutete Hauptnachtheil von Casematten-Scharten im Vergleiche mit jenen von Panzerthürmen — dass sie nämlich nicht

abwendbar sind, sonach allezeit, auch während der Ruhe- und Ladepausen, der feindlichen Schusswirkung ausgesetzt bleiben — ruft den Wunsch nach Scharten-Verschlüssen wach, die auch gegen schwerere Geschosse genügende Widerstandskraft besitzen.

Ein solcher Verschluss wurde seinerzeit schon von Krupp construiert. Der Verschlussblock gleitet hier auf einer schiefen Ebene und ist durch ein Gegengewicht derartig ausbalanciert, dass er mit Hilfe einer Winde leicht hinaufgezogen werden kann und sich sodann vor die Scharte legt. Ist der Block in der tiefen Lage, so kann sowohl der obere Theil der schiefen Ebene, als auch die Umgebung der Scharte getroffen werden, wodurch Ausbeulungen entstehen, welche das Heraufwinden und satte Anschließen des Verschlussblockes unmöglich machen würden.

Dieser Nachtheil ist bei der nebenstehend skizzierten Anwendung eines Schartenschlusses nach französischem Vorschlage vermieden. Hier besteht der Verschlussblock aus einer kreisrunden Scheibe *a*, deren horizontale Welle im Panzer *b* und Vorpanzer *c* Lager besitzt, und in welche zwei diametral gelegene Scharten-Ausschnitte angebracht sind. Durch entsprechende Drehung dieser Scheibe kann nun entweder eine dieser Schartenöffnungen oder ein voller Theil vor die Panzerscharte gebracht werden, ohne dass hiebei die Anschlussflächen des Panzers dem Schusse und seinen Folgen, wie Ausbeulungen, ausgesetzt wurden.



Die übrigen Nebenbestandtheile von Panzer-Casematten wie Eingänge, Ventilationen, Munitions-Aufzüge u. s. w. bedürfen keiner weiteren Besprechung, da sie, der Natur der feststehenden Bauten entsprechend, weit leichter anzubringen sind, als dies bei drehbaren Panzern der Fall ist.

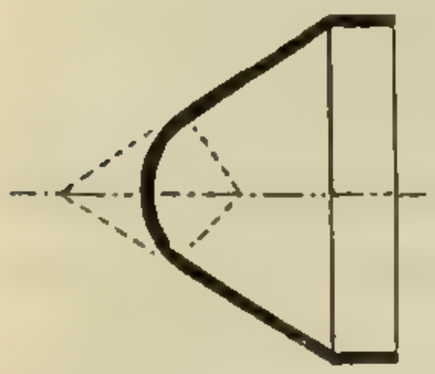
Beispiele von Casematten-Panzern.

Panzer-Casematte für 12*cm* Kanonen. (Tafel VIII, Fig. 3.)

Diese Casematte gestattet dem in einer Gruson'schen Minimal-Scharten-Lafette mit Kreisbogen-Führung eingelegten Rohre eine 60 gradige Wendungsfreiheit und zeigt eine unter 35° geneigte Stirnebene.

Tafel VIII. Fig. 3.

Die Decke des Innenraumes ist, dem nebenstehend angedeuteten Grundrisse entsprechend, theils als Tonnen-, theils als Kegel-Gewölbe gestaltet und vorne durch ein Kugel-Segment abgeschlossen, welches in der Scharten-Gegend durch eine unter 60° geneigte, innere Stirnwand geschnitten wird. Dabei ist der vordere und untere Theile der Stirne in Panzermateriale, der obere Theil derselben und die Decke in Granit und Beton ausgeführt. Die Innenleibung der Decke wird durch eine Blech-Calotte (vorne zwei, rückwärts eine Lage) gebildet, welche sowohl dem Panzer als dem Mauerwerke als Auflager dient.



Die Panzerung besteht aus einer Compound-Platte *a* (Stahl auf Flusseisen), in welcher die Scharte eingeschnitten ist; die steilere Stellung dieser Platte, im Verhältnisse zu der bedeutend sanfter geneigten Casematten-Stirne, bezweckt eine Verringerung der Scharten-Außenfläche; um den Nachtheil dieser Steilstellung mit Rücksicht auf Geschoss-Aufschläge wettzumachen, wurde für diese Schartenplatte ein Material mit härterer Außenschichte gewählt.

Oberhalb der Schartenplatte wird die Stirnpanzerung durch die 10*cm* starke Deckplatte *b* aus gewalztem Flusseisen gebildet.

Sowohl Scharten- als Deckplatte liegen nun auf einem Unterlags-Blocke *c* aus Martin-Stahl auf, welcher vorne der Ebene der beiden Platten entsprechend gestaltet ist, sonst aber auf der kugel- und kegelförmigen Blech-Calotte aufliegt und mit dieser und der Deckplatte durch Bolzen verbunden wird.

Die Schartenplatte ist ferner mittels einer schwalbenschwanzförmigen Nuth in den mächtigen Fundament-Block *d* aus Roh-Flusseisen eingelassen und verkeilt; letzterer steht übrigens durch Ansätze und Schrauben-Bolzen auch mit dem Unterlagsblocke *c* in Verbindung.

Die weitere Verstärkung der Casematten-Stirne wird durch zwei (in der Zeichnung nicht zum Ausdruck kommende) schwächere Deck-Platten aus gewalztem Flusseisen gebildet, welche rechts und links der Deckplatte *b* liegen, bis zur Granit-Vorlage *g* herabreichen und mit den Nachbar-Bestandtheilen der Panzerung ebenfalls durch Überplattung und Bolzen verbunden sind.

Die Vorscharten-Backen bestehen aus zwei prismatischen Gusstahl-Blöcken *h*, welche ähnlich der Compound-Platte in den Fundament-Block *d* eingelassen sind.

Die Nische für den Pivot-Bock *i* des Lafetten-Rahmens ist mit gewalzten Trägern überdeckt, wobei die Drehaxe desselben vertical

unter die Scharte zu liegen kommt; um den Pivot *k* für die Vertical-Richtung möglichst an die Schartenenge heranzuschieben, befindet sich in dem Fundament-Blocke eine entsprechende Ausnehmung.

Traditor-Casematte für eine 7·5 Schnellfeuer-Kanone. (Tafel VIII, Fig. 4.)

Tafel VIII. Fig. 4.

Dieselbe ist ebenfalls theils in Mauerwerk, theils mit Panzerung ausgeführt. Die Stirne der Casematten ist vertical gehalten, da bei Traditoren-Anlagen wohl angenommen werden kann, dass selbe mit ihrer Front von den möglichen Schussrichtungen abgedreht, und dass sie überhaupt nur aus größerer Entfernung beschossen werden können.

Der in seinen, dem Schusse direct ausgesetzten Theilen 13*cm*, sonst weniger stark, gehaltene Panzerschild ist in einem Stücke aus Flusseisen gegossen, durch kräftige Flanschen gegen das rückliegende Mauerwerk verstemmt und bildet bei entsprechender doppelter Wölbung in zwei Absätzen auch den vorderen Theil der Casematten-Decke.

Der rückwärtige Theil der Casematte ist mit Walzträgern und Beton eingedeckt.

Das Rohr der 7·5*cm* Schnellfeuer-Kanone liegt in einer Minimalscharten-Lafette auf einem Rahmen, welcher eine 60 gradige Wendbarkeit gestattet.

Die Minimalscharten-Lafette unterscheidet sich im Principe von der auf Seite 167 beschriebenen und auf Tafel VIII, Fig. 3 dargestellten nur durch den Mechanismus zur Ertheilung der Höhenrichtung; derselbe besteht, bei Wegfall der Hydraulik, aus einem am Rohre angebrachten Zahnbogen *a*, ferner aus einer in den Lafetten-Wänden liegenden Welle *b* mit Zahntrieb und Schneckenrad, endlich aus einem Antriebe mit Schnecke *c* und Kurbelrad *d*. Das Handrad *e* mit Vorgelege *f* dient zum Ertheilen der feinen Seitenrichtung.

Panzer-Casematte als Flankierungs-Koffer für Schnellfeuer-Kanonen. (Nach Brialmont.) (Tafel VIII, Fig. 5.)

Tafel VIII. Fig. 5.

Der Grundriss dieses Koffers bildet ein Rechteck von 3·4*m* Länge, und bietet Raum für zwei Schnellfeuer-Kanonen (mit etwa 12° Wendungsfähigkeit) in Krupp'schen Minimalscharten-Lafetten.

Seitenwände und Decke des Koffers bestehen aus Schweißeisenplatten, welche auf einer theils einfachen, theils doppelten Blechhaut aufgelegt sind. Die dem Schusse oder Wurfe ausgesetzten Panzerplatten sind 20*cm*, die einzelnen Bleche der Innenhaut 2*cm* stark gehalten. Die

Panzer-Construction ruht auf einer gusseisernen Fundament-Platte und ist mit einer Beton-Rück- und Vorlage versehen. Die ganze Construction ist sehr compendiös und einfach, ließe sich aber ähnlich, bei Wegfall der unnöthig großen verticalen Flächen und der gegen den Schuss sehr empfindlichen rechtwinkligen Übergänge, zweifellos besser in Flusseisen ausführen.

Panzer-Casematte als Schulterkoffer für 5 Gewehrlafetten. (Tafel VIII, Fig. 6.)

Tafel VIII. Fig. 6.

Der Koffer kann in einem Stücke aus Flusseisen gegossen werden und erhält in der Richtung gegen das Vorfeld (Facegraben) eine 2*m* starke Mauerwerkvorlage, deren Krone theilweise in die Böschungsflucht der Facen-Escarpe gelegt ist und somit von der Facen-Flankierungs-Anlage bestrichen wird. Das Auflager des Panzers ist ebenfalls durch eine Beton-Vorlage mit Abpflasterung verstärkt.

Die 10*cm* starke Panzerdecke ruht mit kräftigen Flauschen auf dem Mauerwerke auf und ist in der Schartengegend durch pfeilerartige Angüsse verstärkt.

Die Scharten bieten 60°, am Kofferkopfe selbst 70° Wendungsfähigkeit. Unterhalb der Scharten sind mittels Walzträger und Bleche Consol-Auflager für die Gewehrlafetten angebracht.

Der Mündungstheil der Poterne in den Koffer ist ebenfalls mit einer Flusseisen-Platte eingedeckt.

Die Lage des Koffers (am Schulterpunkt) schützt denselben gegen Flachbahnschüsse aus näherer Entfernung, wonach seine Panzerung nur gegen Bombenwurf oder steiler einfallende Schüsse (10 bis 15°) berechnet ist; letztere können hiebei nur die flachgewölbte Kofferdecke treffen.

Panzerdeckung für Mitrailleusen-Koffer auch mit theilweiser Wirkung in das Umterrain. (Tafel VIII, Fig. 7.)

Tafel VIII. Fig. 7.

Die Armierung eines solchen Doppelkoffers ist mit 2 Montigny-Mitrailleusen auf Bockgestellen mit Central-Pivot gedacht. Hiebei wird angenommen, dass die ganze Construction soweit als nöthig durch eine Contre-Escarpe, oder überhaupt durch ihre Lage, dem Flachbahnfeuer entzogen und nur dem Bombenwurfe ausgesetzt ist.

Jeder der beiden Koffertheile ist mit einer 6*cm* starken Platte *a* aus gewalztem Flusseisen eingedeckt, welche die mit Granit abgepflasterte Betonschüttung trägt. Die Seitenwände des Koffers werden

(bei Freilassung der zwei Scharten mit 140 gradiger Wendungsfähigkeit) durch doppelte Lagen 2·5*cm* starker Bleche *b* gebildet, welche mit der Deckplatte durch Winkel verbunden sind. Die Last der Decke wird von den aus Winkeleisen zusammengesetzten Ständern *c* getragen, welche bis zum Fundamente hinabreichen. Der untere Theil des Koffers ist in Mauerwerk ausgeführt. Insoweit es die Schartenfreiheit zulässt, ist die Panzerconstruction noch durch einen kräftigen Mauerwerkpfeiler *d* verstärkt.

Um die Bedienungs-Mannschaft und die Mitrailleusen soweit als möglich, und trotz der großen Scharte, gegen Sprengstücke und Gewehrkugeln zu schützen, ist an dem Bockgestelle ein mit demselben drehbares cylindrisches Schutzblech *e* angebracht, in welches auch Beobachtungsöffnungen eingeschnitten sind.

Wo die Wirkung von schweren Brisanzbomben zu fürchten wäre, müsste der in den Figuren 7 und 7*a* angedeutete Diamantgraben wegbleiben, oder zum mindesten mit flacher Außenböschung versehen werden. Statt dessen wären Annäherungs-Hindernisse anzuordnen.

Schluss-Betrachtungen über Panzer.

Von den beiden Hauptgattungen der Panzer, den drehbaren Objecten und den unbeweglichen Casematten, werden für Zwecke der Landbefestigung, wohl in der Mehrzahl der Fälle, die ersteren den Vorzug verdienen. Die drehbaren Panzer sichern ihren Geschützen infolge der freien Wendbarkeit ein unbeschränktes Gefechtsfeld, gestatten, indem hier die Seitenrichtung durch Drehen des ganzen Panzers genommen wird, eine weitaus einfachere und sicherere Minimalscharten-Construction, und geben überdies die Möglichkeit, diese verwundbarsten Theile jedes Panzers der feindlichen Wirkung durch Abdrehen vollkommen zu entziehen; ihr complicierterer Organismus macht sie zwar gegen den Bombenschlag empfindlicher, als Casematten, doch bieten sie infolge ihrer kleinen Abmessungen überhaupt kein gutes Ziel für Wurfgeschütze. In allen Fällen, wo man also den durch drehbare Panzer gesicherten, größeren Wirkungsbereich der Geschütze vortheilhaft ausnützen kann, wie dies bei Wall-Geschützen von Gürtelforts zumeist der Fall ist, empfiehlt sich sonach die Anordnung von diesen; in Lagen, wo das nothwendige Schussfeld der Geschütze durch den Zweck, oder durch Terrainverhältnisse, an und für sich eingeschränkt erscheint, oder aber die Scharten der Panzer der directen Beschießung entzogen werden können, wird die billigere Casematte gewählt werden.

Letztere findet daher, wie schon früher betont, hauptsächlich bei Gebirgs-Befestigungen, Traditor- und Flankierungs-Anlagen ihre Verwendung.

Unter den drehbaren Panzern scheinen die einfach drehbaren gegen die Verschwindungs-Panzer zumeist den Vorzug zu verdienen, weil ersteren die beiden Haupt-Nachtheile der Panzer überhaupt, der hohe Kostenpreis und die Complicirtheit der Mechanismen, in weitaus geringerem Grade anhaften.

Dies gilt insbesonders für die Panzer schwerer Geschütze, wie Flachbahn-Kanonen großen Calibers, deren Verschwindungs-Mechanismus infolge ihrer bedeutenden Gewichte stets mit einer Anhäufung von Maschinen verbunden sein wird. Aber auch für alle derartigen Geschütze, welche zum Kampfe gegen bewegliche Ziele (Truppen) auf größere Entfernungen berufen sind, erscheint der Verschwindungs-Thurm weniger am Platze, weil er gerade in den wichtigsten Augenblicken von dem Vortheile erhöhter Deckung nicht vollständig Gebrauch machen kann. Solche Geschütze müssen eben direct gerichtet werden, während sie sich in der Kampfstellung befinden, wobei sie ihre Scharte unter allen Verhältnissen zeigen und dadurch der feindlichen Wirkung ausgesetzt bleiben.

Mithin gelangt man zu dem schon einmal betonten Schlusse, dass sich Verschwindungs-Objecte nur für ganz kleine Caliber eignen, die nur zur Bestreichung des unmittelbaren Umterrains (der Glacis) von Werken dienen sollen, welche also erst im letzten Verlaufe des Kampfes zur Wirkung gelangen, wo der Gegner aus Rücksicht für die eigenen Truppen sein Feuer einstellen muss. Für solche ganz leichte Geschütze oder Mitrailleusen werden sie sich auch ohne jede Schwierigkeit construieren lassen und dabei den unschätzbaren Vortheil bieten, dass sie das Wirkungsfähigbleiben dieser für den Schluss des Kampfes bestimmten Waffen eher, dann bei steter Kampfbereitschaft in der Stellung, gewährleisten.

Für indirect feuernde Geschütze, Haubitzen oder Mörser, haben Verschwindungs-Thürme naturgemäß wenig Wert, da man hier die Scharte an und für sich durch vorgelegte Deckungen der feindlichen directen Beschießung entziehen kann.

Einmal die einfach drehbaren Panzer-Objecte als zweckentsprechender für jede Art von Fernkampf-Geschütz, dann auch für die größeren Caliber der Nahkampf-Kanonen hingestellt, handelt es sich nun darum, zu erwägen, für welche Art der Verwendung die einen oder anderen ihrer Haupt-Typen, nämlich die Panzerthürme, Panzer-Lafetten oder

Drehkuppeln, vorzuziehen wären. Hiebei wird schon als feststehend angenommen, dass von den zwei Hauptgattungen der Panzer-Thürme, jene mit Laufvorrichtung am Rande (System Gruson) den Vorzug verdient.

Schwere Flachbahn-Kanonen von 25 und mehr Caliber-Längen erfordern, wenn man ihre Rohre nicht weit aus der Scharte ragen lassen will, so bedeutende Durchmesser der Panzergehäuse, dass es unbedingt vortheilhaft erscheint, selbe in zweiläufigen Objecten zu verwenden, weil hierdurch eine bedeutende Kosten-Ersparnis erzielt wird; dies ist aber ein sehr wesentlicher Umstand, welcher bei Panzerungsfragen nie aus dem Auge gelassen werden darf, indem gerade die hohen Kosten ein Hauptnachtheil der Panzer überhaupt sind. Ferner soll man derartigen Geschützen, mit Rücksicht auf ihre großen Ladungen und die dadurch bedingten gewaltigen Rückstöße, den Rücklauf nicht vollständig hemmen, was wieder zur Vergrößerung ihrer Panzer beiträgt.

Im Hinblick auf diese Erwägungen gelangt man sonach zu dem Schlusse, dass für solche Geschütze am besten Panzerthürme Gruson'schen Systemes entsprechen, jedoch bei Einstellung von Minimalscharten-Lafetten mit geringem Rücklaufe.

Verlangt man von solchen Geschützen auch die Wirkung gegen bewegliche Ziele, also die Möglichkeit der directen Richtung, so sind selbe sodann mit Mannlöchern und doppeltem Mechanismus für Seitenrichtung zu versehen, von denen jener für die genaue Einstellung möglichst zu Handen des Richtenden zu sein hat. Auch muss bei diesen Panzern, welche naturgemäß der directen, planmäßigen Beschießung aus Flachbahn-Kanonen ausgesetzt und deren Geschütze selbst zum andauernden Kampfe gegen feindliche Batterien bestimmt sind, der Erzielung möglichst kleiner, schwer treffbarer Scharten und der Anwendung kräftiger Vorpanzer ein erhöhtes Augenmerk gewidmet werden. (Siehe das Beispiel Tafel V.)

Haubitzen eignen sich infolge ihrer bedeutend geringeren Länge weniger zur Einstellung in zweiläufige Thürme, da hier der entsprechende Kostengewinn doch geringer wäre und nicht im Verhältnisse zu den Nachtheilen steht, welche eine solche Anordnung bringt. Auch sind bei selben die Ladungen und infolge dessen die Rückstöße bedeutend kleiner, wonach im Interesse der Raumersparnis schon auf die vollständige Aufhebung des Rücklaufes gedacht werden kann. Hier wird also das System der Panzer-Lafetten oder das der Drehkuppeln in Anwendung kommen können; ersteres wird sich für Haubitzen, bei

welchen auf den directen Schuss vollkommen verzichtet wird, sehr gut eignen und dem Drehkuppel-Systeme insoferne vorzuziehen sein, als bei ihm für Dichtung gegen Brisanzbomben-Gase, wie auch für die Aufnahme des Rückstoßes (durch sattes Aufliegen auf dem Vorpanzer) besser gesorgt ist; für Haubitzen hingegen, welche auch zur Bekämpfung sich bewegender Ziele bestimmt sind, erscheint die Drehkuppel vortheilhafter, da sie zum Richten nicht erst gehoben zu werden braucht.

Bei Mörsern kommen mit Rücksicht auf ihre kurzen Rohre und schwachen Ladungen zweifellos nur die Panzer-Lafetten und Drehkuppeln in Frage.

Tafel VII. Fig. 4. Doch sollte in jedem Falle von einer so kostspieligen Anlage, wie die Panzer-Lafette Fig. 4 auf Tafel VII, abgesehen werden, da diese bei der an und für sich gedeckten Lage eines indirect feuernden Geschützes unnöthig stark erscheint. Eher könnte eine Anordnung nach der auf Seite 206 angedeuteten Weise platzgreifen, welche bedeutend billiger kommt, bei Voraussetzung der sicheren Gewähr, dass der Hartguss-Kugelmörser auch gegen Bomben-Volltreffer widerstandsfähig ist; denn nur in diesem Falle bietet der Schumann-Gruson'sche Mörserstand eine bessere Deckung als die Drehkuppel. Doch erscheint dies sehr zweifelhaft, denn wenn auch der Hartguss-Mantel einem solchen Aufschlage widerstehen kann, so dürften doch hiedurch Quetschungen eintreten, welche die fernere Drehbewegung um die Schildzapfen-Axe unmöglich machen.

Von diesem Gesichtspunkte aus wäre die Drehkuppel für Mörser, trotz des weit herausragenden Rohres und der großen Scharte, vorzuziehen, welche Nachtheile übrigens, wie schon einmal hervorgehoben, bei Panzern, die der feindlichen Sicht entzogen sind, wohl in den Hintergrund treten.

Es wurde schon anfänglich betont, dass für Nahkampf- (Schnellfeuer-) Geschütze kleineren Calibers heb- und senkbare Panzer-Lafetten einfachster Construction vortheilhaft erscheinen, insolange die Schnellfeuer-Kanonen nicht auch zum Kampfe während der feindlichen Beschießung verwendet werden sollen. Stellt man aber an letztere auch diese Anforderung, so entspricht für sie am besten die Drehkuppel, welche das directe Richten gestattet, und infolge der geringen Abmessungen leicht beweglich und billig ist.

Eine bessere Deckung des Rohres würde diese Vortheile durch die dabei wachsenden Kuppel-Ausmaße zunichte machen; so aber kann man um einen und denselben Preis mehr Geschütze in Deckung stellen.

Für Beobachtungsstände endlich wurde schon bemerkt, dass im Interesse des freien Raumes das System der Drehkuppel vortheilhafter als die Panzer-Lafetten-Anordnung ist. Für Beleuchtungsstände muss infolge der großen Öffnung für den Lichtkegel die Type des heb- und senkbaren Panzerthurmes mit Central-Pivot gewählt werden.

Von den beiden Haupt-Typen von Panzer-Casematten mit schräger oder verticaler Stirne, wird erstere dort in Verwendung kommen, wo man Frontalfeuer aus näheren Distanzen zu erwarten hat, also bei Casematten für solche Geschütze, welche direct in das Angriffsfeld schauen; während zurückgezogene (Traditor-) Casematten, die nur auf größere Distanzen, oder mittels Schrägfeuer beschossen werden können, besser verticale Stirnpanzer erhalten, welche die weitere Construction (Scharten-bildung) bedeutend erleichtern.

Bei Casematten, welche der Beschießung vollkommen entzogen sind, oder deren Stirne höchstens durch Bomben getroffen werden können, wo man also die Panzerung mehr zur leichteren Erzielung einer Minimalscharte (mit Rücksicht auf die Erschwerung des Eindringens von Bombensplittern und Gewehrprojectilen) anwendet, wird man sich mit einfachen Panzer- (Scharten-) Schilden begnügen.

Mit Bezug auf die Materialfrage sei nochmals betont, dass sich bei Landbefestigungen das Flusseisenguss-Materiale infolge seiner großen Zähigkeit und Festigkeit, bei vollkommener Formfreiheit, auch im Hinblicke auf seine verhältnismäßig geringen Kosten, am besten für die Panzerhauben und alle direct treffbaren Panzertheile, welche unter nicht zu steilen Auftreffwinkeln getroffen werden können, eignet. Dort, wo der Panzer in Form von Platten in Anwendung kommt, wird übrigens das gewalzte Flusseisen gut verwendet werden können. Bei ausnahmsweise besonders starker Beanspruchung durch nahezu senkrecht auftreffende Geschosse mit großer Endgeschwindigkeit, ist auch das Harvey-Material anzurathen, insbesondere wenn man durch Verhältnisse (Minimalscharten-Construction) zum Sparen mit dem Stärke-Ausmaße gezwungen ist.

Auch für Vorpanzer kann das Flusseisen Verwendung finden; doch wird es im Hinblicke auf seine leichtere Deformierbarkeit für diesen Zweck durch den Hartguss übertroffen, im Vergleich zu welchem es nur den Vortheil größerer Billigkeit bietet.

Hier erscheint es vielleicht auch angezeigt, nochmals darauf hinzuweisen, dass bei den Vorpanzern ein Sparen mit Panzermaterial stets am Platze ist, wenn die Vorlage derselben aus hartem Urgestein hergestellt werden kann, welches die Entstehung von Bomben-Trichtern,

und damit auch die Möglichkeit der directen Beschießung der Vorpanzer verhindert; abgesehen davon, dass übermäßig starke Vorpanzer auch in ganz ungerechtfertigter Weise die an und für sich großen Kosten der Panzerbauten erhöhen.

Bezüglich der Kosten von Panzerungen ließe sich als Schlussbemerkung noch allgemein erwähnen, dass deren Gewichte, sonach auch deren Preise, mit Zunahme der Rohrlängen der zu deckenden Geschütze unverhältnismässig rasch steigen. So z. B. wiegt ein vollständiger Panzerthurm für zwei 15*cm* Kanonen rund 250*t*, wonach hier auf ein Geschütz 110*t* Panzerlast entfallen; während eine Panzerlafette für 15*cm* Haubitzen nur 39*t*, eine Drehkuppel für 15*cm* Haubitzen (sammt allem metallenen Zugehör) nur 38*t*, und eine Drehkuppel für einen 15*cm* Mörser nur 15*t* wiegt.

Der Preis eines Panzerthurmes für zwei 15*cm* Kanonen dürfte sich auf 140.000 fl. stellen, jener für eine 15*cm* Haubitze (Drehkuppel) beträgt beiläufig 18.000 fl., der für einen 15*cm* Mörser ungefähr 6.000 fl. Diesemnach kostet die Panzerung für eine 15*cm* Flachbahn-Kanone etwa 4mal so viel als für eine Haubitze, und 12mal so viel als für einen Mörser gleichen Calibers; freilich sind indirect feuernde Geschütze, wie Mörser, überhaupt leichter zu decken.

Immerhin weist das Gesagte darauf hin, dass man mit der Panzerung von langen Flachbahn-Geschützen sehr sparen, sich vielmehr früher die Frage stellen möge, ob für den betreffenden Zweck nicht auch mit Haubitzen das Auslangen zu finden wäre, deren Einstellung sodann um denselben Preis, aber in vielfacher Anzahl erfolgen könnte.

III. Abschnitt.

Anhaltspunkte für den Entwurf beständiger Befestigungen.

Die gesammten Befestigungen eines Staates werden nach einem einheitlichen Entwurfe, dem Reichs-Befestigungs-Projecte, bestimmt und ausgearbeitet; hiebei werden sich, je nach der Lage und Ausdehnung der verschiedenen möglichen Kriegsschauplätze und je nach ihrem Zusammenhange mit der Central-Basis, mehrere Gruppen beständiger Anlagen (Gürtelfestungen, Sperren) ergeben, von welchen jeder eine bestimmte Aufgabe zufällt. Die Zwecke dieser Aufgabe, im Vereine mit den übrigen Verhältnissen, bilden bei jedem einzelnen Punkte die Grundlage für den besonderen Befestigungs-Entwurf.

Der Entwurf selbst, welcher auf Basis eingehender Recognoscierungen an Ort und Stelle, auszuarbeiten ist, zerfällt gewöhnlich in ein Vor-Project (Linear-Entwurf) und in ein Detail-Project. Ersteres hat den Zweck einer Vorstudie zur allgemeinen Beurtheilung und für den beiläufigen Kostenüberschlag, und dient auch dem Detail-Projecte als Ausgangspunkt, wogegen letzteres die Grundlage für die genauere Feststellung der Kosten und die Ausarbeitung aller zur Bauausführung nöthigen Arbeiten geben soll. Während also der Linear-Entwurf nur die Lage der Befestigungs-Objecte und Linien, sowie der nothwendigen Etablissements und Communicationen bestimmt, dann die anzuwendenden fortificatorischen Typen mit ihrer Armierung, Ausrüstung und Besetzung feststellt, besteht der Detail-Entwurf aus einer ganzen Reihe von Projecten für alle in Frage kommenden Objecte, deren jedes einzelne ein vollständiges Elaborat darstellt, welches die Projects-Pläne, die Kostenermittlung, den instruirenden Bericht u. s. w. umfasst.

Für die Durchführung des Detail-Entwurfes sind naturgemäß auch noch umfassende Vorarbeiten nothwendig, wie Detail-Recognoscierungen der verschiedenen Emplacements, Terrainaufnahmen, Bodenuntersuchungen, dann die Erhebung aller auf die Materialbeschaffung und die Arbeitsausführung bezugnehmenden Verhältnisse.

Entwurf von Gürtelfestungen.

Das Vor-Project.

Gürtelfestungen werden zum Schutze politischer Schwerpunkte, oder von solchen Stapelplätzen, die an Hilfsmitteln besonders reich sind, oder von Communications-Knoten angelegt, und bilden Repli-Punkte für die Operations-Armee, wie auch Stützpunkte der offensiven Vertheidigung strategischer Barrieren. Sie haben hiebei stets einen gewissen Raum gegen die feindliche Einwirkung zu schützen, allseits günstige Kampfstellungen zur Abwehr feindlicher Angriffe zu bieten, und in bestimmten Richtungen die eigene Offensive, d. h. das Hervorbrechen aus dem Platze, zu erleichtern. Zu diesem Zwecke bestehen sie eben aus einem entsprechend vorgeschobenen Gürtel von Befestigungen und aus einer Noyau-Linie, welche dem ersteren als Rückhalt zu dienen hat.

Beim Entwurfe von Gürtelfestungen wird es sich sonach vorerst darum handeln, den allgemeinen Zug dieser beiden Linien zu bestimmen, u. zw. vor allem den der vorderen Linie, welche die Haupt-Kampfstellung bildet. Als Anhaltspunkt hiefür können außer den allgemeinen taktischen Lehren die im ersten Bande hierüber gepflogenen Untersuchungen gelten.

Gleichzeitig wird man sich, je nach den obwaltenden Verhältnissen und dem Terrain, für den Typus der Gürtel-Anlage zu entscheiden haben, der aber durchaus nicht auf allen Fronten derselbe zu sein braucht; diesbezüglich wird ebenfalls auf den zweiten Abschnitt des ersten Bandes verwiesen.

Sind diese Grundlagen festgesetzt, so wird zur Bestimmung der einzelnen Emplacements aller permanenten Anlagen geschritten. Naturgemäß beginnt man hiebei mit der Feststellung der Stützpunkte des Gürtels: seien sie Panzerforts mit Nahkampf- und Fernkampfmitteln, oder nur Nahkampfstützpunkte.

Für die Anlage solcher Werke eignen sich dominierende und über den allgemeinen Zug der Gürtellinie vorspringende Punkte, welche gute Übersicht und Bestreichung des Vorterrains, bei wechselseitiger Unterstützung, sowie ausgiebige Flankierung des Intervall-Vorfeldes ermöglichen. Mit Bezug auf diese letztere Aufgabe erscheint es nothwendig, sich bei der engeren Wahl dieser Anlageorte stets die ganze Vertheidigungs-Instandsetzung des Intervalles vor Augen zu halten, um so zu prüfen, inwieweit der in Frage stehende Punkt die Eignung zur Unterstützung aller Zwischen-Anlagen besitzt, nämlich der feldmäßigen Nahkampf-Deckungen und der Zwischen-Batterien; natürlich werden sich

bei dieser Detail-Untersuchung oft auch Abänderungen des allgemeinen Gürtelzuges ergeben.

Auch die Anlage der Gürtel-Communication spielt bei diesen Erwägungen mit, da ihre gedeckte Führung, bei Einhaltung der für Feldbahnen noch möglichen Gefälls-Verhältnisse und bei einer Trace, welche mit Bezug auf die Intervall-Anlagen günstig liegt, oft große Schwierigkeiten ergeben wird.

Wo alle diese Anforderungen an solche Stützpunkte, welche auf wirksamen Shrapnel-Ertrag (2000 bis 3000*m*) auseinanderliegen, nicht gelöst werden können, wird zur Einschaltung von Zwischenwerken geschritten, durch welche die sonst noch verbleibenden, unbestrichenen Räume ins Feuer zu nehmen sind.

Musste für den ganzen Gürtel, oder für Theile desselben das System der vollkommenen Trennung von Nah- und Fernkampf zur Anwendung gelangen, so sind nun auch die Emplacements für die permanenten Fernkampf-Batterien zu bestimmen, deren Auswahl einerseits mit Rücksicht auf ihre Zwecke (Bekämpfung der Einrichtungen des Gegners und seiner Artilleriestellungen), anderseits im Hinblicke auf eine wirksame Unterstützung durch die Nahkampf-Anlagen erfolgt. Da ihr Vorfeld von den Traditor-Batterien, oder Flanken der Nahkampf-Stützpunkte, wirksam, und selbst bei solchen Witterungsverhältnissen, welche die Sicht erschweren, vertheidigt werden muss, so sollen sie sich womöglich in zurückgezogener Stellung und in der Nähe der Stützpunkte oder Zwischenwerke befinden; anderseits sollen sie auch nicht vollkommen an diesen kleben, weil dies wieder die gleichzeitige Beschießung (ohne Feuervertheilung) beider, sowohl der Stützpunkte als der Batterien, ermöglichen würde. Bei solcher Anordnung werden also zumeist Gruppen entstehen, deren jede aus dem Nahkampfstützpunkte (Zwischenwerk) und den von ihm abhängigen permanenten Fernkampf-Batterien (für die Sicherheits-Armierung) besteht.

Oft werden aber die Schussverhältnisse (die Aufgabe dieser Batterien) eine Isolierung derselben verlangen, welcher Umstand auf ihren Typus einwirken wird, weil derselbe sodann eine Selbstvertheidigung gestatten muss. In anderen Fällen wird wieder das Terrain ein unmittelbares Anschieben der Batterie an die Stützpunkte, also die Anlage von Annex-Batterien, anstatt von Zwischen-Batterien, erheischen.

Bei Gürtellinien mit Panzerforts (Einheitswerken) werden sich manchmal Emplacements finden, bei welchen die vollkommene Bestreichung des Umterrains eine zu große Ausdehnung des Werkes und seiner sturmsicheren Umfassung verlangen würde, und wo man sodann

zu Detachierungen einzelner Theile der Nahkampfstellung (z. B. einer oder mehrerer Gruppen von Schnellfeuerkuppeln) gezwungen wird; diese sind dann vereint mit den dazugehörigen Bereitschafts- und sonstigen Nutzräumen vor das sturmfreie Hindernis des Mutterwerkes zu verlegen, jedoch so, dass sie von selbem aus kräftig unterstützt werden können. In solchen Fällen wird also die Anordnung an das System der Panzer-
Tafel IV. Fig. 5. front erinnern, oder an jenen Werktypus, welcher auf Tafel IV, Fig. 5 des ersten Bandes dargestellt ist.

Eine besondere Sorgfalt bedarf auch die Wahl der Punkte für die schussicheren permanenten Unterstände der Infanterie-Bereitschaften, dann für jene der Bedienungsmannschaft der feldmäßig anzulegenden Intervall-Batterien, endlich für die bombensicheren Intervall-Munitions-Magazine. Die Anordnung aller dieser Anlagen steht ebenfalls im engsten Zusammenhange, sowohl mit der vollständigen Vertheidigungs-Einrichtung des Intervalles, als auch mit dem Zuge der Gürtelstraße.

Bombensichere Unterstände für Infanterie-Bereitschaften können übrigens vortheilhaft als Kern von solchen Infanterie-Stützpunkten betrachtet werden, welche im Ausrüstungsfalle durch Vorlegen eines feldmäßigen Profiles und Hindernisses leicht hergestellt werden. In diesem Falle wird man sie ähnlich anderen Stützpunkten auf vorspringenden, guten Ausschuss gewährenden Punkten anlegen, wo sie die Vertheidigung der feldmäßigen Batterien zu übernehmen haben. Wo man ihnen diese Rolle nicht zudenkt, werden sie in mehr zurückgezogener Lage und durch das Gelände gedeckt, vor oder nächst der Gürtelstraße erbaut.

In ähnlicher Weise, doch mit Rücksicht auf die Lage der Intervall-Batterien, sind die Emplacements der Artillerie-Unterstände auszuwählen.

Die bombensicheren Intervall-Munitions-Magazine sind grundsätzlich hinter der Gürtel-Communication und in verdeckter Lage an solchen Stellen zu erbauen, wo sie durch Feldbahnzweige leicht mit der Gürtel- oder einer Radiallinie zu verbinden sind.

Die Offensiv-Wirkung des Platzes — d. h. die möglichste Erleichterung des Vorgehens der Offensiv-Besatzung, oder solcher Theile der Feldarmee, welche sich vorübergehend in der Festung aufhalten — verlangt manchmal aus dem allgemeinen Verlaufe der Gürtellinie stark vorspringende Gruppen von Befestigungen; selbe sind aber dann durch diese Lage den umfassenden Angriffen besonders ausgesetzt. Solche, oft mit dem Namen Manövrier-Gruppen bezeichnete Gürteltheile, sind naturgemäß besonders stark zu halten; auch sind sie wegen der Möglichkeit ihrer Umfassung, dann weil sie wegen der Enfilierbarkeit ihrer Intervalle meist wenig gesicherte Räume für Zwischen-Anlagen aufweisen,

zumeist mit Einheitswerken (Panzerforts) auszustatten. Die Rücksicht auf ihre Sicherheit erheischt die Anlage möglichst gedeckter Verbindungen mit dem Innenraum des Gürtels, sowie kräftige Unterstützung von Seite der anstoßenden, weiter zurückliegenden Gürteltheile, welche eben ihre Flankierung übernehmen, und hiezu besonders weittragender Armierungen bedürfen. Derartige Offensiv-Gruppen werden sich vortheilhaft nur dort anlegen lassen, wo sie die nothwendige Stärke schon in der Bodengestaltung finden, welche ihnen eine dominierende Lage und weiten Ausschuss sichern soll. Überhaupt wird bei der Wahl von Befestigungslinien der Grundsatz aufrecht erhalten, dass die vorspringenden Theile auch die stärksten und am meisten dominierenden zu sein haben.

Die Armierung der einzelnen Werke und Batterien wird nach deren Aufgabe und Lage festgestellt. Dieselbe lässt sich übrigens anfänglich nicht unabänderlich bestimmen, da oft erst das Detail-Project zeigen wird, ob die ganze beantragte Armierung ohne besondere Schwierigkeiten unterzubringen ist, oder ob nicht, mit Rücksicht auf die Bestreichung des Umterrains, der Hindernisse und Gräben, selbst eine Vermehrung der ursprünglich beabsichtigten Geschützzahl nothwendig erscheint.

Welche Grundsätze hiebei maßgebend sind, wurde schon im ersten Bande besprochen, doch mag hier nochmals darauf hingewiesen werden, dass bezüglich Einstellung schwerer Flachbahn-Kanonen in Panzerforts, sowohl mit Rücksicht auf die taktischen Anforderungen, als auch auf die Kostenfrage, eine besondere Sparsamkeit räthlich erscheint.

So z. B. werden die Gürtelforts im Hügel- oder Berglande häufig nur so beschränkte Schussfelder besitzen, dass selbe mit den Tragweiten der Haubitzen und der leichten Flachbahn-Geschütze vollkommen zu beherrschen sind. In solchen Fällen wird man von der stets kostspieligen Einstellung von Panzerthürmen für schwere Flachbahn-Kanonen umsomehr absehen können, als für den eigentlichen Artilleriekampf gegen die feindlichen, im Gelände gedeckten Angriffs-Batterien die gekrümmte Flugbahn der Haubitze vortheilhafter erscheint.

Wo hingegen wichtige Bewegungs-Linien auf weite Entfernungen zu bestreichen sind, oder wo es sich, wie bei Offensiv-Gruppen, um besonders weites Abhalten des Gegners zur Erleichterung der eigenen Offensive handelt, oder wo die Umfassung derartiger vorspringender Gürteltheile durch das Feuer der weiter zurückgezogenen Werke hintanzuhalten ist, dort wird man schwere Flachbahn-Kanonen verwenden; jedoch wird noch zu erwägen sein, ob selbe nicht ihren Zweck ebenso gut in Annex- oder Zwischen-Batterien erreichen können, oder ob die unbe-

dingte Nothwendigkeit vorliegt, dieselben in die Forts unter Panzerschutz einzustellen; letzteres kommt eben, wie schon früher erörtert, für derartige Geschütze äußerst hoch zu stehen.

Auch die Einstellung von Mörsern in Panzerforts bedarf einer reiflichen Erwägung, da schwere (21*cm*) Mörser gegen die Objecte des Angreifers meist nicht nothwendig sind, während die mittleren Mörser-Caliber eine verhältnismäßig geringe Tragweite besitzen. Überhaupt zeigen diese Geschütze zu wenig Vielseitigkeit in ihrer Verwendung, weshalb sie in der Mehrzahl der Fälle nicht die Überlassung des kostbaren Raumes von Panzerwerken rechtfertigen, und dies umso weniger, weil sie zufolge ihrer Flugbahnverhältnisse im Gelände leicht zu decken sind. Im Gebirge wächst ihr Wert im Hinblicke auf das Bewerfen besonders tief gelegener, oder nahe an dem Werke befindlicher, uneingesehener Räume; dort verlangen auch die Verhältnisse oft ihre Einstellung in die Forts und sonach die Anwendung von Panzerschutz, der auch an und für sich für selbe nicht theuer kommt. Manchmal kann übrigens eine derartige Verwendung von Mörsern auch durch das Vorkommen von ausschließlich nur nahe gelegenen und gut gedeckten feindlichen Artillerie-Gegenstellungen gerechtfertigt sein, zu deren Bekämpfung sie die volle Eignung besitzen.

Die Stärke der Infanterie-Besatzung der einzelnen Werke lässt sich ebenfalls nicht immer von vorneherein unabänderlich feststellen, da dieselbe nicht nur von der Wichtigkeit des Punktes und von seiner Aufgabe, sondern auch von der endgiltigen Gestaltung des Werkes und der mit Rücksicht auf die Bestreichung des Umterrains festzusetzenden Entwicklung der Nahkampfstellung abhängt.

Bezüglich Ausrüstung der Forts mit Munition wurden schon im ersten Abschnitte die nöthigen Andeutungen gegeben.

Die Ausrüstung mit Verpflegung hängt von der Lage des Werkes ab, welche bei Gürtelforts wohl in den meisten Fällen einen Nachschub, selbst während der Belagerung, gestatten wird; übrigens beansprucht die Unterbringung der Verpflegung wenig Platz und stellt auch geringe Anforderungen an die Beschaffenheit der nothwendigen Räume, welche sich deshalb bei jedem Entwurfe leicht einschieben lassen. Aus diesen Gründen pflegt man selbst günstig gelegene Werke mit einem mindestens 14tägigen Vorrathe zu versehen.

Der Linear-Entwurf für das Noyau stellt vor allem den allgemeinen Zug der Umfassung, im Einklange mit jenem der Gürtellinie fest. Hierauf ist zu erwägen, welche Fronten vollkommen geschlossen, welche als Hindernis-Linien mit Stützpunkten hinzustellen sind, und bei

welchen endlich die Schaffung des Hindernisses, bezw. der Intervall-linie, dem Ausrüstungsfalle überlassen bleiben kann.

Bei den als geschlossene Umfassung zu erbauenden Fronten ist nun das Tracé mit Rücksicht auf die Bodengestaltung und die wahrscheinlichen Angriffsverhältnisse festzustellen; hiebei ist wieder darauf zu achten, dass die vorspringenden Umfassungstheile mit den Höhen zusammenfallen sollen, und dass das Vorgelände der ganzen Front entweder frontal zu bestreichen ist, oder aber, wo dies mit Rücksicht auf Gefällsverhältnisse nicht möglich erscheint, flankierend, durch entsprechende Brechungen des Tracés.

Bei Fronten, welche sich aus Stützpunkten mit Zwischenlinien zusammensetzen, sind zuerst die Emplacements der Stützpunkte mit Rücksicht auf ihre Wirkung in das Vorfeld und gegen den Gürtel, und auf die ausgiebige Flankierung der Verbindungslinien zu bestimmen; sodann wird der Zug der Zwischenlinien genauer festgestellt, wobei auch dem möglichst gesicherten Eintritte aller Communicationen Beachtung zu schenken ist.

Die Bestimmung der Armierung und Besatzung der einzelnen Linien und Werke erfolgt wieder im Hinblicke auf die drei Aufgaben: Vorfeld-Bestreichung, Wirkung gegen den Gürtel, und Flankierung der Verbindungs- oder Nachbarlinien.

Bei dem ersten Entwurfe ist endlich auch auf die zwischen dem Gürtel und dem Noyau, sowie innerhalb des letzteren nothwendigen Anlagen zu denken. Hieher gehören die Radial-Communicationen und ihre Querverbindungen, die Beobachtungseinrichtungen, die Haupt-Munitionsmagazine, die Kasernen der Bezirks-Reserven, die Anlagen für die Unterkunft und Ausrüstung der ganzen Kriegsbesatzung: wie Stabsgebäude, Kasernen, Spitäler, Depots, Bäckereien u. s. w.; auch wird auf die gegebenen Falls nothwendigen, gesicherten Lagerräume für Theile der Feldarmee vorgedacht, deren Ausdehnung übrigens auch schon bei dem ersten Entwurfe der Gürtellinie berücksichtigt wird.

Der größte Theil dieser Aufgaben lässt sich zwar am besten im Terrain, auf Grund eingehender Recognoscierungen lösen, die an der Hand der schon vorhandenen Special-Karten (1:75.000) und Aufnahms-Sectionen (1:25.000) durchgeführt werden. Nichtsdestoweniger soll, sobald nur die Ausdehnung des Platzes in großen Umrissen bestimmt ist, die genaue Aufnahme des ganzen Festungsgebietes und des weiteren Vorgeländes bis auf die volle Tragweite schwerer Geschütze vorwärts der Gürtellinie erfolgen; diese gestattet die Anfertigung von Plänen im Maße von 1:5.000 bis 1:10.000, mit Schichtenhöhen von 5 bis 10*m*,

welche nicht nur für die weiteren Projects-Arbeiten sehr dienlich, sondern auch als Distanz-Pläne für die Artillerie späterhin nothwendig sind. Karten und Pläne im größeren Maßstabe erleichtern besonders in stark bedecktem, z. B. waldigem Terrain die Bestimmung der Anlageorte u. dgl. in hohem Maße; ohne dieselben ist in solchen Gegenden die Ermittlung der freien Schussfelder bei dem Mangel an Übersicht schwer möglich, während sich auf solchen Plänen die von jedem Punkte aus einzusehenden und zu bestreichenden Räume leicht ermitteln lassen. Für die weitere Ausarbeitung der Detail-Projecte werden naturgemäß noch genauere Aufnahmen der einzelnen Emplacements im Maße von 2:400 bis 1:500 mit Schichtenhöhen von 1*m*, ferner auch Bodenuntersuchungen (Sonden) u. s. w., nothwendig werden.

Der Detail-Entwurf.

Entwurf der Gürtelwerke.

Detail-Entwürfe von Werken werden meist auf Schichtenplänen im Maßstabe von 1:400 oder 1:500 ausgeführt. Vorher sind jedoch, nach Möglichkeit, die Ergebnisse aller Vorarbeiten durch Controlbesichtigungen auf den Emplacements selbst zu überprüfen.

Hiebei erscheint es, insbesondere im coupierten Terrain, zunächst räthlich, die vom Emplacement aus einzusehenden und nicht einzusehenden Räume des Vorfeldes und der anstoßenden Intervalle festzustellen. Diese Untersuchung erfolgt zuerst auf graphischem Wege, auf Plänen kleineren Maßes (1:10.000); doch genügt es den Augpunkt einstweilen in der beiläufigen Aufzugshöhe anzunehmen, u. zw. dort, wo wahrscheinlich die Mitte des Werkes zu liegen kommen dürfte. Durch Recognoscierung von einem auf dem Emplacement zu errichtenden Gerüste gleichen Aufzuges, werden sodann diese Resultate überprüft. Naturgemäß werden in den meisten Fällen die Begrenzungen der so erhaltenen uneingesehenen Räume nur annähernd mit jenen übereinstimmen, welche sich späterhin beim Ausblicke von dem näher gegen die Ränder der Emplacements liegenden Walle ergeben werden; aber dies thut insoferne nichts zur Sache, als diese Ermittlung nur allgemeine Anhaltspunkte darüber geben soll, wie das Werk die ihm zugedachte Aufgabe zu lösen im Stande sein, oder inwieweit dasselbe noch der Unterstützung durch andere Anlagen bedürfen wird.

Als Grundlage zur Ausmittlung der für das Werk erforderlichen Fläche, handelt es sich nun, das Raumerfordernis für dessen Armierung,

Besatzung und Ausrüstung, sowie den engeren Typus seiner Anlage festzustellen.

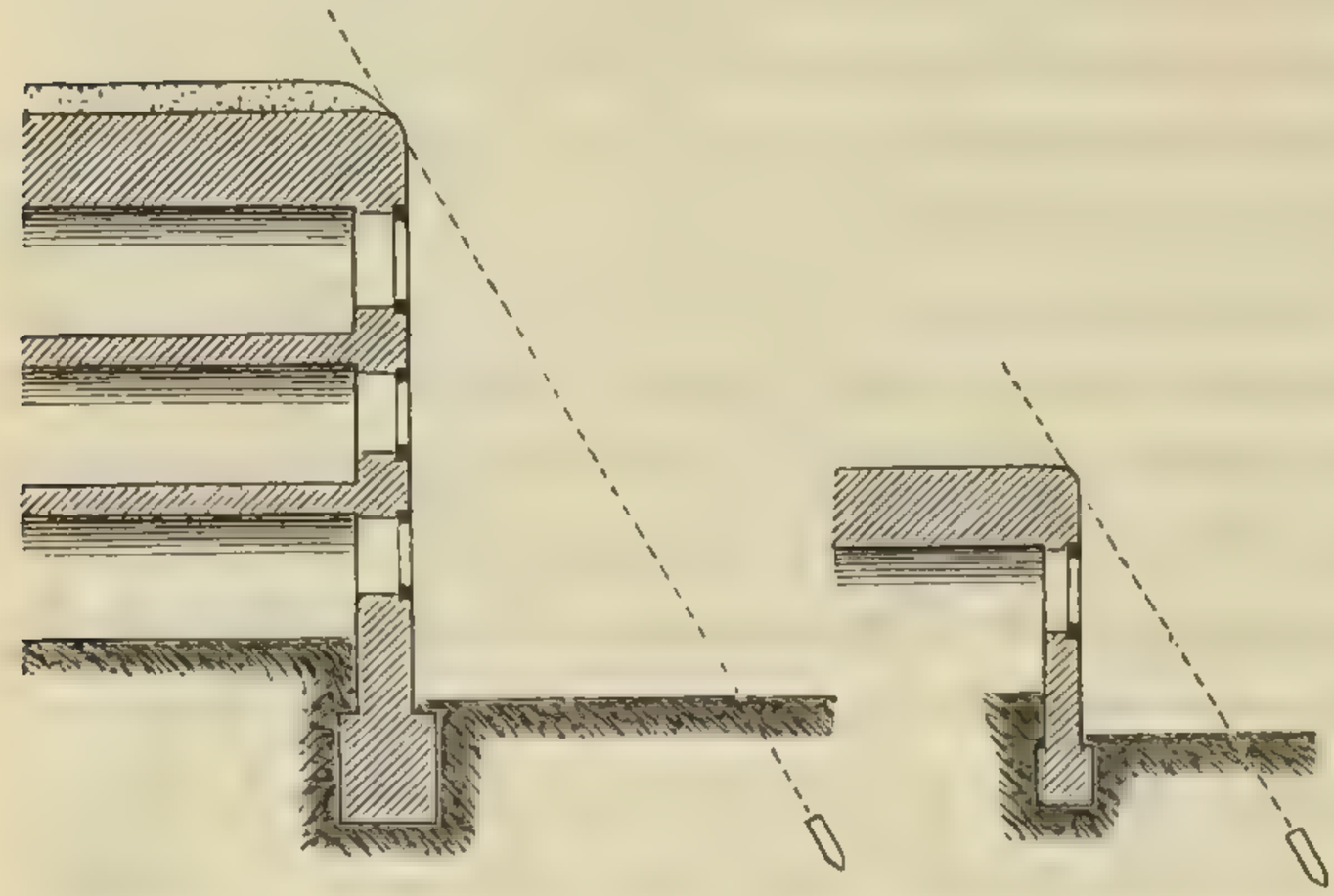
In den Rahmen dieser Arbeit wird bei Panzerforts die Erwägung fallen, ob die Nahkampf- oder die Fernkampf-Stellung in die vordere Linie zu verlegen ist, oder ob beide ausnahmsweise nebeneinander zu entwickeln sind; dann welche Grundform man dem Tracé geben, und wohin man die Traditor-Casematten verlegen will; ferner wie viel Stockwerke das Casematten-Corps erhalten soll; endlich ob man flache, breite Gräben mit Drahthindernissen, oder aber engere Gräben mit Contre-Escarpe-Verkleidungen verwenden will, und zu welcher Art der Flankierung man sich entschließt. Alle diese Erwägungen hängen ebensosehr von der Gestaltung des Emplacements, seiner Ausdehnung und seiner Höhenverhältnisse ab, wie von dem als nothwendig erkannten Raumerfordernisse.

Bezüglich der Ermittlung des letzteren kann auf den Abschnitt „Kriegsbau“ verwiesen werden, dann auch auf das im 1. Bande über die Stärke der Besatzung Gesagte. Grundsätzlich pflegt man bei Gürtel-Hauptwerken mindestens für $^2/_3$ der Besatzung Unterkunftsräume, für $^1/_3$ Bereitschaftsräume zu rechnen. Hiebei wird bei allen Werken, wo man auf einen dauernden Artillerie-Kampf gefasst sein muss, die Artillerie-Besatzung doppelt so stark gehalten, als es die gleichzeitige Bedienung aller Geschütze erfordert, wozu man noch einen Zuschlag für Verluste rechnet.

Die auf Grund dieses Raumerfordernisses durchzuführende Anlage des Casematten-Corps soll möglichst einfach und klar sein. Zumeist werden die Räume, der einfachen Wölbung und guten Raumausnützung wegen, rechteckig gehalten, mit ihren Langseiten aneinander gestoßen; an die gegen die Kehle gerichtete Schmalseite kommen die Lichtöffnungen, an die entgegengesetzte, die Eingänge zu dem gemeinschaftlichen Verbindungsgange. Unnöthige Brechungen und Windungen sind grundsätzlich zu vermeiden, da sie stets mehr Mauerwerk verlangen und ungünstig geformte Räume ergeben.

Die Zahl der Stockwerke richtet sich nach dem Aufzuge des Werkes, nach den Höhenverhältnissen, insbesondere jenen des Grundwassers, dann nach dem vorhandenen Raume und der Bodenbeschaffenheit der Baustelle. Mit der Anzahl der Stockwerke nimmt die Ausdehnung der bombensicheren Decken ab, welche infolge ihrer bedeutenden Stärke sehr theuer zu stehen kommen; von diesem Standpunkte aus sind mehrgeschoßige Casematten-Anlagen den eingeschoßigen unbedingt vorzuziehen. Auch mit Rücksicht auf die Wirkung von Brisanz-Bomben, welche im Kehlgraben zur Explosion gelangen, erscheinen mehrgeschoßige

Anlagen vortheilhafter, da hier die Explosions-Punkte der Bomben von den Fundamenten und von den Lichtöffnungen weiter abbleiben, deren Verrammlungen somit weniger beansprucht werden. Mit der Anzahl der Geschoße wächst aber die Schwierigkeit der Communication, welcher Umstand die Schnelligkeit der Bereitstellung der Besatzung in ihren Kampfstellungen ungünstig beeinflussen kann.



Bezüglich der Anlage der Fernkampf-Batterie von Panzerforts wurde auch schon erwähnt, dass selbe vortheilhaft in Linie zu entwickeln ist und sodann ihre Licht- und Eingangsöffnungen ebenfalls gegen die Kehle gerichtet erhält, also parallel zum Casematten-Tracte. Hingegen richtet sich das Tracé und überhaupt die Gesammtanordnung der Nahkampfstellung (die Anzahl und Richtung ihrer Linien und die Gruppierung ihrer Geschützaufstellungen) nach den Erfordernissen der Bestreichung des Umterrains.

Die Orientierung des Werkes auf seinem Emplacement erfolgt mit Rücksicht auf die möglichen feindlichen Schussrichtungen; die Lage der Capitale wird meist so gewählt, dass sie den Winkel zwischen den äußersten wirksamen feindlichen Schussrichtungen beiläufig halbiert, wobei wieder auf die gefährlichsten (nächsten oder wahrscheinlichsten) Schusslinien entsprechend Rücksicht genommen werden soll. Bei einer derartigen Anordnung ist die auf die Capitale senkrecht gestellte Kehl-Front der feindlichen Artillerie-Wirkung möglichst entzogen. Facen und Flanken entwickeln sich nun rechts und links der Capitale, ohne Rücksicht auf Symmetrie, lediglich nach der Zweckmäßigkeit.

Die Traditor-Batterien stehen meist im engsten Zusammenhange mit dem Casematten-Corps, und werden entweder an die Flügel des letzteren angeschlossen, oder in einem Kehlkoffer vereint. Die zweite Anlageart ist für die Bestreichung des Umterrains weniger günstig, erschwert auch die klare Gliederung des Kehlgebäudes, indem sie die Zahl der schlecht beleuchteten Räume vermehrt und oft auch mit Rücksicht auf die nothwendigen Schussrichtungen der Traditor-Geschütze Brechungen des Kehl-Tracés erfordert. Dafür erleichtert sie die einheit-

liche Commando-Führung der Traditor-Batterien und die bessere Deckung der Traditor-Scharten, ohne Zuhilfenahme von Futtermauern. Behufs besserer Bestreichung des Intervalles kann in manchen Fällen auch eine vollkommene Abtrennung der Traditor-Anlage vom Werke nothwendig werden, wo sodann Vorsorgen für ihre Sturmsicherheit und für die gedeckte Verbindung mit dem Fort zu treffen sind.

Ist man über alle diese Fragen schlüssig geworden, so kann ein Probe-Entwurf durchgeführt und dessen Anpassung an das Emplacement versucht werden. Hiebei handelt es sich vor allem darum, den endgiltigen Aufzug und die nothwendigen Abänderungen in dem einstweilen angenommenen Tracé der Kammlinien mit Rücksicht auf die Bestreichung des Umterrains, dann die hiezu nothwendigen Glacis-Anlagen festzustellen; gleichzeitig wird auf die Defilierung gegen Sicht und auf die Bilanz zwischen Auf- und Abtrag Rücksicht genommen. So einfach sich die richtige Lösung dieser Aufgaben auf weitläufigen und flachen Emplacements gestaltet, so schwierig wird dieselbe bei engen, unregelmäßig begrenzten Baustellen und bei steilen Formen des Umterrains. Hiefür theoretische Anhaltspunkte zu geben, erscheint kaum möglich; vielmehr bleibt das Endergebnis von der geschickten Auffassung des Projectanten abhängig, der es verstehen muss, allen sich oft widersprechenden Anforderungen im Wege richtiger gegenseitiger Zugeständnisse so weit als möglich zu entsprechen, bei besonderer Berücksichtigung der wichtigsten Forderung: der Bestreichung des Umterrains.

Für die Bestimmung des zur Bestreichung des Umterrains nothwendigen Aufzuges der Kammlinien bei gegebenem Tracé, oder umgekehrt, lassen sich wohl auf Schichtenplänen einige Anhaltspunkte durch das Legen von Tangentenebenen finden; das Richtige wird sich aber zumeist nur durch wiederholtes Versuchen, und durch Verschieben des Werkes im Rahmen seines Emplacements finden lassen. Hiebei ist aber stets die Möglichkeit einer günstigen Glacis-Anlage zu wahren, welche eine ausgiebige Bestreichung des vorwärts des Hindernisgrabens gelegenen Raumes gestatten soll. Vortheilhaft sind möglichst flache Glacis; hingegen ist insbesondere das „glacis coupé“ zu vermeiden, welches dem Angreifer günstige Sammelräume, oder gut gedeckte Arbeitsplätze darbietet; bei schwierigem Terrain pflegt ein Sparen bezüglich der Glacis-Anlagen und der damit verbundenen Terrain-Correcturen meist auf Kosten der Feuerkraft des Werkes zu gehen. Ist man durch die Bodengestaltung zur Anlage von glacis coupés unabweislich gezwungen, so sind deren Kronen und Böschungen mit Hindernissen zu versehen, wie auch für deren seitliche Bestreichung durch andere Werke Vorsorge zu treffen ist.

Die Rücksicht auf das Defilement der offenen Innenräume des Werkes gegen Sicht beeinflusst im gewissen Sinne ebenfalls den Aufzug der Kammlinien; zwar hat das Sicht-Defilement gegen früher, wo sich die Kampfmittel ausschließlich am offenen Walle befanden, an Wert eingebüßt, immerhin muss es aber bei der Anlage einiger Werktheile berücksichtigt werden, wie z. B. bei der Nahkampfstellung und dem hinter ihr gelegenen Verbindungsgange oder Hofe, bei Hindernisanlagen, welche dem Einblicke des Gegners zu entziehen sind, bei Traditor-Anlagen u. dgl.

Hier hat man sich in erster Linie die Frage zu stellen, wie die Grenzen des sogenannten „äußeren Defilierungs-Raumes“, nämlich jenes Raumes, gegen welchen man sich in Bezug auf Sicht decken will, anzunehmen sind.

Die Feststellung dieser Flächen-Begrenzung ist Sache einer taktischen Überlegung, doch hängt deren Ausdehnung auch vom Terrain und von der Lage des Werkes zu seinen Nachbarwerken ab. Alle jene vom Gegner erreichbaren Terraintheile, welche nicht in die Zone des wirksamsten Gewehrfeuers der eigenen Werke fallen, und von welchen aus noch eine genügende Sicht möglich wäre, bilden den äußeren Defilierungs-Raum. Doch genügt es nicht, die wirklichen Erhebungen dieser Terraintheile oder der auf ihnen liegenden Objecte (z. B. Kirchthürme) zu berücksichtigen, sondern man muss auch in manchen Fällen die Anlage von Beobachtungsständen, die sich annähernd bis zu 10*m* über das Terrain erheben können, in Rechnung ziehen; dies insbesondere dort, wo deren Erbauung maskiert erfolgen könnte (z. B. im hochstämmigen Walde).

Auch die Beobachtung aus dem Fesselballon wäre streng genommen zu berücksichtigen, doch würde dies meist zu weit führen. Anderseits darf man nicht vergessen, dass sich Fesselballone auf die Dauer nicht in der Zone des wirksamen Shrapnelfeuers (etwa 3000*m*) erhalten können, und dass sie in der Mehrzahl der Fälle kaum höher als 300*m* aufsteigen dürfen, wenn aus ihnen noch eine gute Beobachtung möglich sein soll. Immerhin würde das Defilement gegen derartig schwebende Ballone, wenn deren Ankerplatz sich auf einer gleichen Höhe wie das Werk befände, eine Deckung unter dem beiläufigen Verhältnisse von **1 : 10** erfordern.

Nachdem man sich auf diese Weise für die Feststellung der horizontalen und verticalen Grenzen des äußeren Defilierungs-Raumes entschieden hat, wird der „innere Defilierungs-Raum“ bestimmt, d. h. jene Werktheile, welche der feindlichen Sicht zu entziehen sind. Hierauf wird die Defilierung graphisch durchgeführt.

Hiezu handelt es sich vor allem, den Aufzug der „deckenden Linien“ zu bestimmen, nämlich der Begrenzungen (im verticalen Sinne) jener Theile des Werkes, welche die inneren Defilierungs-Räume vor der feindlichen Sicht decken sollen. Diese sind mit Bezug auf die Hindernisse des Hauptgrabens, die Kammlinie des Glacis; für die Scharten der Traditoren-Batterien, je nach ihrer Lage, entweder die Kammlinie, oder die Verschneidung zwischen der Krone und der äußeren Böschung der Kehl-Brustwehren (oder Maske), oder auch der Cordon der Kehlmauer der Casematt-Anlage; für Höfe und Communications-Gänge im Innern des Werkes, die Kammlinien der vorliegenden Wälle, oder der Traversen.

Während die Sichtdeckung von Hindernissen und Traditor-Scharten der Profil-Verhältnisse wegen in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle keine Schwierigkeiten bietet, erweist sich jene von Höfen, Wallgängen u. dgl. nicht immer so einfach, indem der Aufzug der Kammlinien des Walles hauptsächlich mit Rücksicht auf die Bestreichung des Umterrains und auf die Möglichkeit günstiger Glacis-Anlagen zu bestimmen ist, jener der Traversen aber dadurch beschränkt erscheint, dass man stark überragende Traversen bekanntlich zu vermeiden sucht. Hier handelt es sich also häufig darum, eine zweckentsprechende Übereinstimmung zwischen diesen beiden, oft im Widerspruche stehenden Anforderungen, der Terrainbestreichung und des Defilements, zu finden.

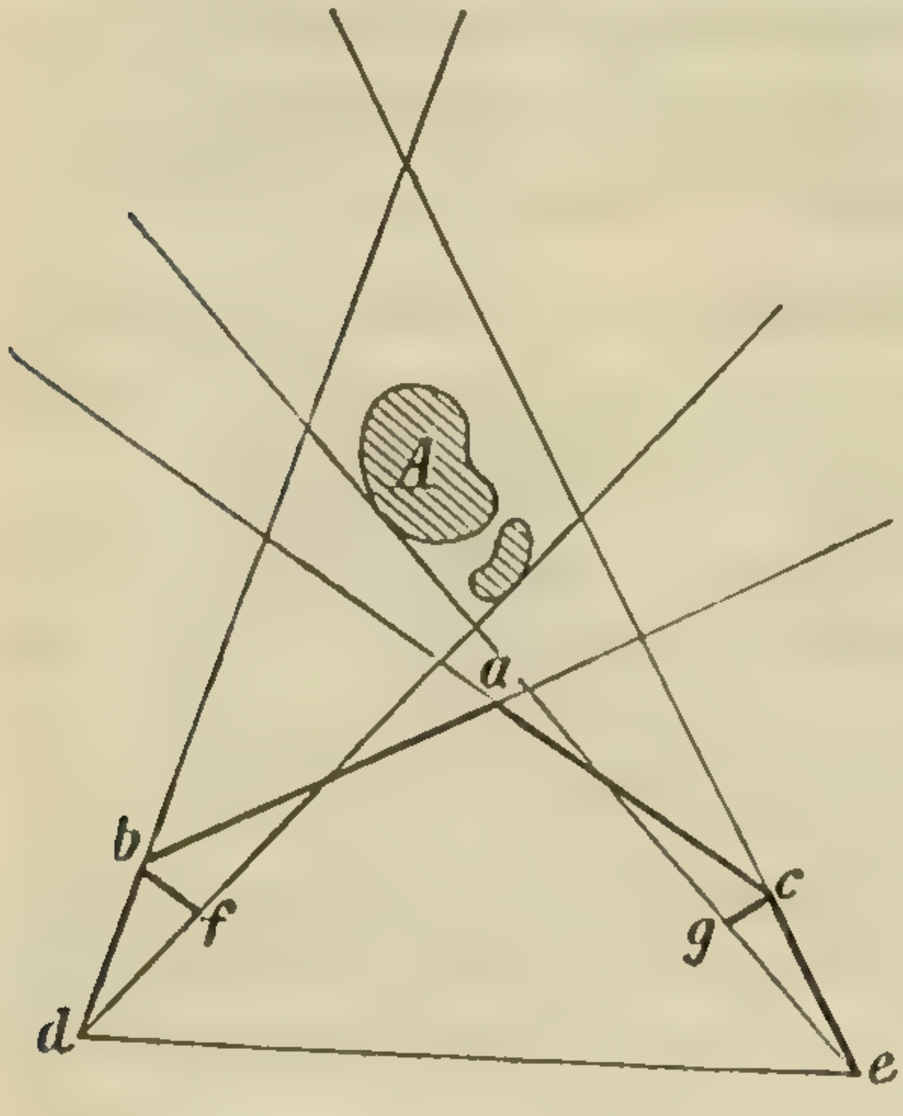
Zur Erzielung einfacher Constructions-Verhältnisse versucht man womöglich die Kammlinien der Facen und Flanken in eine Ebene, die Kammebene, zu verlegen, deren Lage sich nach dem (mit Rücksicht auf die Umterrain-Bestreichung bereits bestimmten) Tracé und dem Aufzuge der beiden wichtigsten Linien ergibt, z. B. der beiden Facen *a b*, *a c*. Lässt diese Kammebene alle zu berücksichtigenden Theile des äußeren Defilierungs-Raumes unter sich,

so braucht man die Sohlen der inneren Defilierungs-Räume nur um das Maß der Deckungshöhe darunter zu verlegen, womit die Defilierung beendet ist. Kommen hingegen Theile des äußeren Defilierungs-Raumes darüber zu liegen, d. h. ergeben sich zwischen diesem und der Kammebene Schnitte, so ist die Kammebene um die Gerade *b c*, oder *d e*, derartig zu drehen, bis sie den ganzen äußeren Defilierungs-Raum unter sich lässt, d. h. denselben tangiert; diese neue Lage wird nun beibehalten. Er-

scheint dies mit Rücksicht auf die dadurch geänderten Aufzugsverhältnisse nicht möglich, so muss zu anderen Mitteln gegriffen werden.

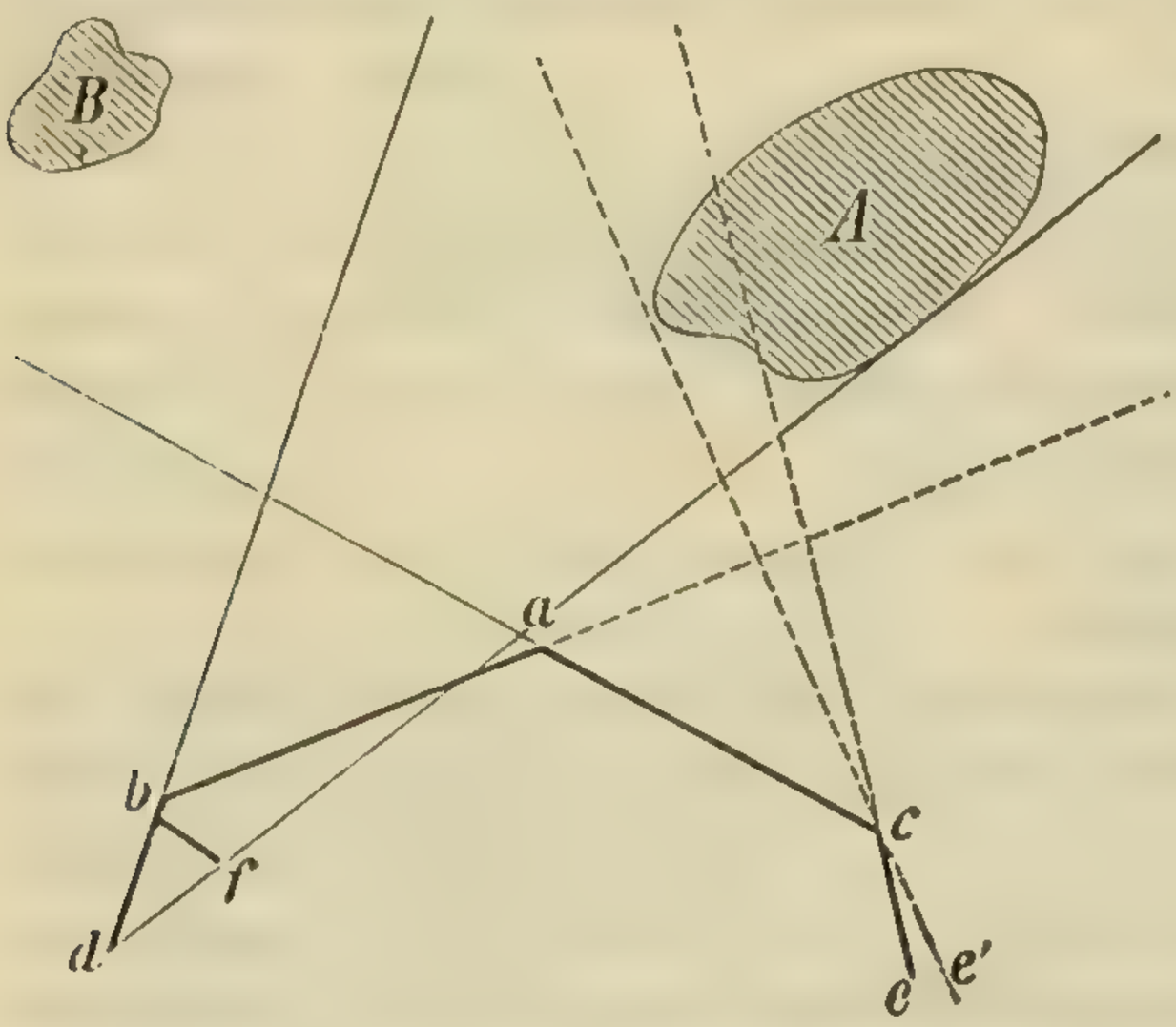
Hiebei ist vor allem die Lage der erwähnten Schnitte zu den Kammlinien zu berücksichtigen, in welcher Hinsicht sich mehrere Fälle unterscheiden lassen:

1. Die Schnitte liegen zwischen der Verlängerung der beiden Facen.



In diesem Falle legt man sowohl durch $a\,b$, als auch durch $a\,c$ je eine Tangenten-Ebene an den die Kamm-Ebene überragenden Terraintheil und verlegt sodann die Flanke $b\,d$ in die durch $a\,b$, die Flanke $c\,e$ in die durch $a\,c$ gelegte Tangenten-Ebene und reguliert die Sohlen der inneren Defilierungs-Räume, mit Berücksichtigung der Deckungshöhe, nach diesen beiden Tangenten-Ebenen. (Diese Ebenen werden gemeiniglich mit den Namen „Defilierungs-Pläne“ benannt.)

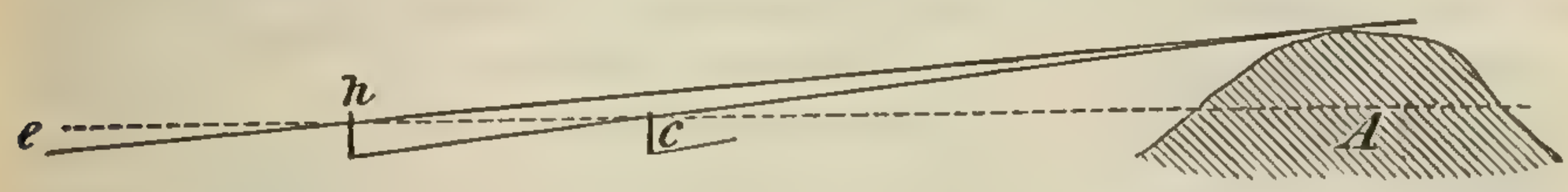
Lassen sich die Flanken, z. B. aus Rücksichten der Bestreichung, nicht in diese Ebene verlegen, so deckt man sie gegen Revers-Einsicht durch Traversen $b\,f$ und $c\,g$, welche Traversen mit Rücksicht auf die Emplacements in den ausspringenden Winkeln von den Schulterpunkten etwas abgerückt werden können. Handelt es sich auch um Deckung der auf den Banketten der Flanken stehenden Leute, so sind zur Ermittlung der Höhe der Traversen die Coten von $d\,b$ und $e\,c$ um die Deckungshöhe weniger der Brusthöhe (also $2{\cdot}0-1{\cdot}3m$) zu erhöhen; hierauf werden



durch diese Geraden Tangenten-Ebenen an den Terraintheil ober dem Schnitte gelegt, in welche Ebenen (Revers-Pläne) sodann die Kammlinien der Traversen $b\,f$ und $c\,g$ zu liegen kommen.

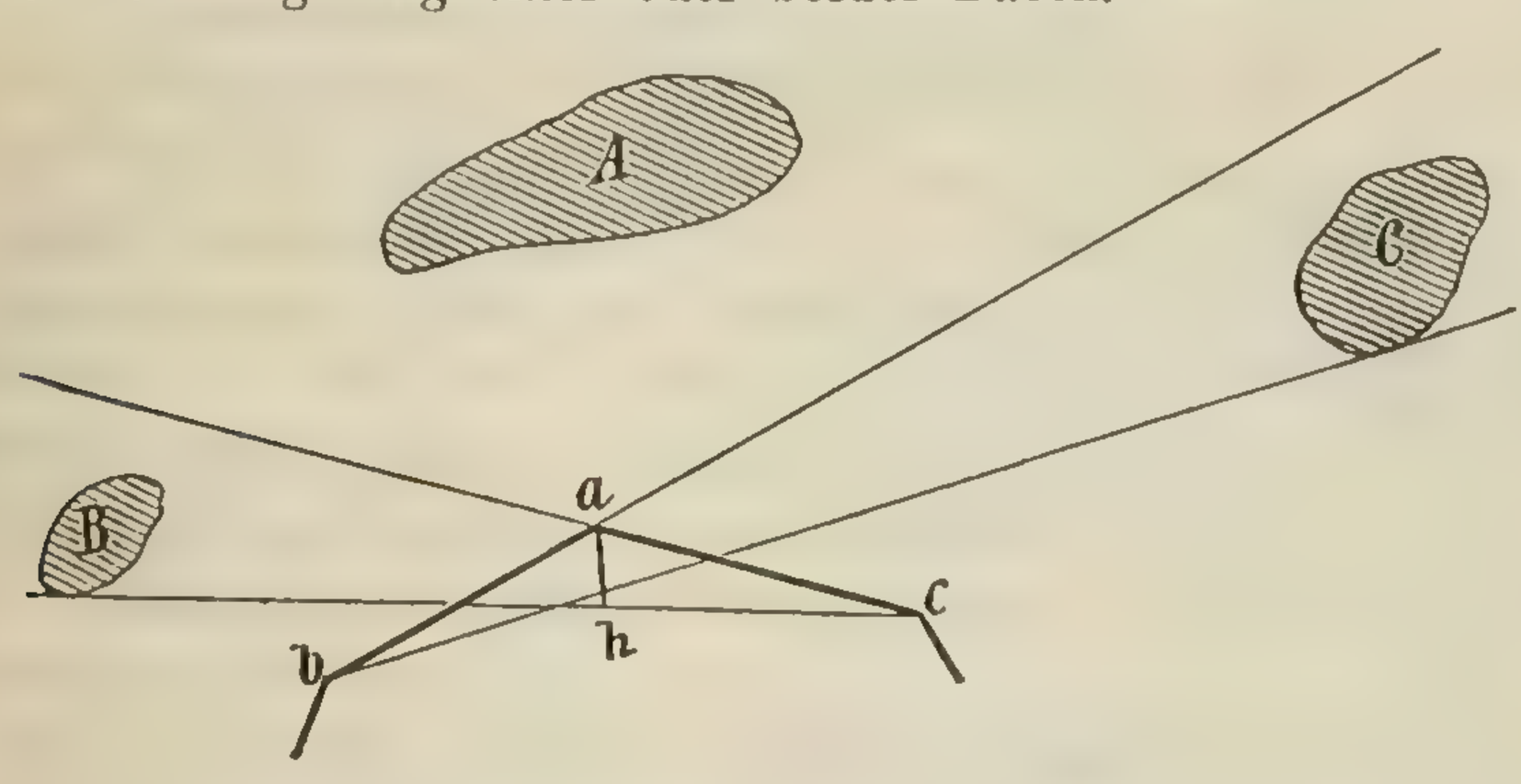
Befindet sich außer *A* noch ein zweiter Schnitt *B* vor der Verlängerung einer Flanke, z. B. der Flanke *b d*, so müsste, abgesehen von dem Revers-Plane, in welchem *b f* liegt, für die Defilierung des hinter *b d* gelegenen inneren Defilierungs-Raumes noch eine Tangenten-Ebene durch *b d* an *B* als Defilierungs-Plan gelegt werden.

Durchstößt eine der Flanken, z. B. die Flanke *c e*, den Terraintheil *A*, so ist dies ein Zeichen, dass sie enfiliert würde; dagegen wäre durch eine Abänderung des Tracés in die Lage *c e'* zu helfen. Ist dies aus anderen Gründen nicht zulässig, so müsste die Linie *c e* abschnittweise defiliert werden, u. zw. nach der im hierstehenden Profile angedeuteten Art,



durch Einschaltung von Traversen bei *h* und *c*. Will man aber diese Traversierung, welche viel Raum erfordert, vermeiden, so wird, je nach Verhältnissen, entweder die Enfilierung vernachlässigt, oder man deckt den Wall ein.

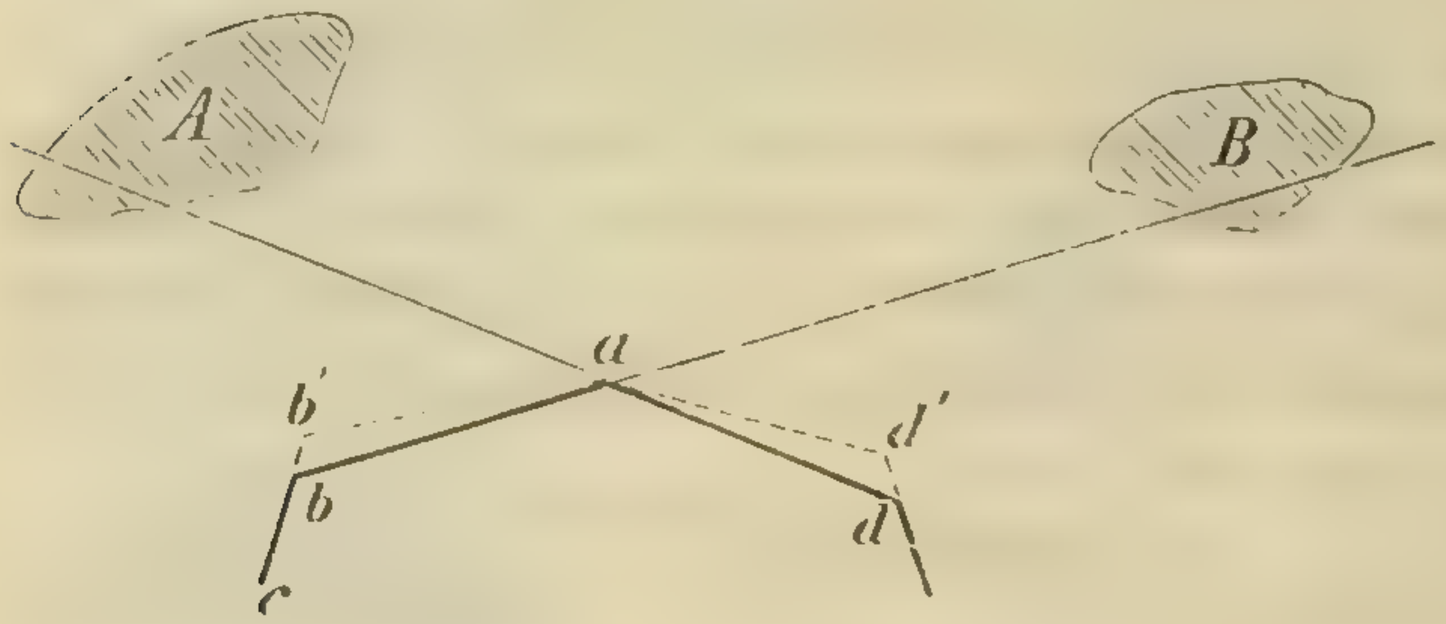
2. Es geben sich auch Schnitte *B C* der Kammebene *a b c* rückwärts der Verlängerung einer oder beider Facen.



Im letzteren Falle müssen, abgesehen von den Tangenten-Ebenen an *A* (Defilierungs-Plänen), auch Revers-Pläne durch *a b* an *C* und *a c* an *B* gelegt werden, in welche sodann die Kammlinien der Traversen von *a b* und *a c* zu liegen kommen. Will man dabei auch die Leute auf den Banketten decken, so müssten hiezu wieder die Coten von *a*, *b*, *c* vorher um 2·0 — 1·3*m* erhöht werden. Sollen sowohl *a b*, als auch *a c*, durch eine Traverse *a h* (Capital-Traverse) gedeckt werden, so erhält deren Kammlinie die Cote nach jener der beiden Tangenten-Ebenen, für welche sie höher ausfällt. Mit den Flanken ist sodann ähnlich wie früher zu verfahren.

3. Die Facen durchstoßen die ober der Kammebene liegenden Terraintheile.

Um die Enfilierung zu vermeiden, ist entweder der Aufzug, oder das Tracé der Facen entsprechend abzuändern ($a\,b'$, $a\,d'$); wäre dies nicht zulässig, so müssten diese Linien in ähnlicher Weise wie dies beim 1. Falle für die Flanken beschrieben wurde, also abschnittweise, defiliert werden. Derartige schwierige Fälle dürften sich aber meist nur bei Befestigungen in ausgesprochenen Gebirgsländern vorfinden, wo bekanntlich die offene Wall-Vertheidigung nur selten zur Anwendung gelangen kann.



Die Defilierung der offenen Kehllinien erfolgt entweder durch Benützung der Kammlinien der Facen, oder Flanken und ihrer Traversen als deckende Linien, oder aber durch eigene Rückenwehren.

Ist die Lage der Kammlinie sowohl mit Rücksicht auf die Terrainbestreichung, als auch auf das Defilement ermittelt, so kann zur endgiltigen Feststellung der verschiedenen Profile geschritten werden, wobei auch das Niveau der Grabensohlen und der Höfe mit Rücksicht auf die Abwässerung zu regeln sein wird.

Auf Grundlage der nach allen diesen Untersuchungen sich ergebenden Änderungen der ursprünglichen Projects-Skizzen, wird nun der Detail-Entwurf nach den Regeln des Kriegsbaues durchgeführt.

Für Nahkampf-Stützpunkte und Zwischenwerke wird der Vorgang beim Entwurfe im ganzen ähnlich, jedoch bedeutend einfacher sein, da hier weniger Elemente zu berücksichtigen sind.

Bei Zwischenwerken in sehr zurückgezogener Stellung, wie man solche manchmal zur Bestreichung tief gelegener Terraintheile anlegt, bei welchen also auch eine vollkommene Isolierung nicht eintreten wird, können die Unterkünfte für die Infanterie ganz entfallen und nur durch Bereitschaftsräume ersetzt werden; dies würde freilich eine 24 stündige Ablösung dieses Besatzungstheiles erfordern. Liegen solche Werke in der Nähe von Hauptwerken und stehen sie mit selben in einer wenigstens gegen Sicht gedeckten Verbindung, so ist zulässig, ihre Infanterie-Besatzung im letzteren unterzubringen.

Permanent zu erbauende Batterien mit offenem Walle für Fernkampfgeschütze werden sich von ähnlichen feldmäßigen Anlagen meist nur dadurch unterscheiden, dass die dabei vorkommenden Bereitschafts-Unterstände, Munitions-Magazine u. s. w., in Beton statt in Holz ausgeführt werden, und dass sie manchmal auch ein permanentes Hinderniss, mit oder ohne Flankierungs-Anlagen, vorgelegt erhalten. Bei dem Entwurfe dieser Batterie erscheint in erster Linie ihre richtige Stellung mit Bezug auf die nöthigen Feuerlinien wichtig, ferner die zweckentsprechende Höhenlage ihrer Pritschen mit Bezug auf die nothwendigen Schussarten, endlich die Rücksichtnahme auf möglichste Maskierung. Der Einbau von Unterkunfts-Räumen wird hier zumeist unterbleiben können, da die mehr gesicherte und zurückgezogene Lage solcher Batterien die Ablösung ihrer Besatzungen ermöglichen dürfte. Überhaupt erscheint es nicht räthlich, auf solche Batterie-Bauten zu viel Geld auszugeben, indem sie infolge des offenen Walles für den andauernden Artilleriekampf doch nur ungenügenden Schutz bieten, welcher in ähnlicher Weise auch mit feldmäßigen Mitteln zu erzielen sein wird.

Entwurf des Noyaus.

Der Detail-Entwurf der Noyau-Befestigung umfasst die Projecte für alle Stützpunkte und alle Linien.

Bezüglich der Stützpunkte wird ein ähnlicher Vorgang wie bei dem Entwurfe der Gürtelwerke einzuschlagen sein. Sollten hiebei Verschiebungen der ursprünglich angenommenen Emplacements vorkommen, so werden diese in vielen Fällen auch eine Abänderung des Tracés der Verbindungslinien mit sich führen, da deren Hindernis-Zonen oder -Gräben durch die Flanken- oder Traditor-Geschütze der Stützpunkte vollkommen bestrichen sein sollen.

Beim Detail-Entwurfe der einzelnen Linien von geschlossenen Umfassungen ist zunächst das ursprünglich beim Vorprojecte festgestellte Tracé einer neuerlichen Durchsicht zu unterziehen, inwieferne sich dasselbe im Detail dem Terrain anpassen lässt. Sodann erfolgt die Feststellung der Profile der einzelnen Linien, und die Bestimmung der Höhenlage ihres Kammes mit immerwährender Rücksicht auf Terrainbestreichung (Glacis-Anlage), Defilierung und Erd-Bilanz. Ferner ist die zweckentsprechende Lage der etwa projectierten Casematten, die gesicherte Anbringung der Eingänge sammt der dazugehörigen Vertheidigungs-Vorkehrungen, sowie der sonst noch nothwendigen Graben-Flankierungen, endlich die Wall-Einrichtung mit Rücksicht auf die nothwendigen Be-

satzungen und Armierungen genau zu erwägen und mit dem ermittelten Aufzuge, sowie mit dem Tracé der Linie in Einklang zu bringen.

Bei den Verbindungslinien von Noyau-Stützpunkten ist in ähnlicher Weise vorzugehen. Bestehen selbe nur aus Hindernis-Zonen oder -Gräben, so sind deren Profile, bezw. ihre Niveau-Verhältnisse und ihr Tracé mit steter Rücksicht auf die ausgiebige Bestreichung seitens der Stützpunkte festzustellen.

Entwurf von Sperren.

Der Entwurf von Sperrbefestigungen ist nach ähnlichen Grundsätzen wie jener von Festungs-Gürteln durchzuführen. Im gebirgigen Terrain werden hier besonders eingehende Recognoscierungen nothwendig sein, um sich über die Zugänglichkeit der vorhandenen Gegenstellungen und über die Gangbarkeits-Verhältnisse des Umterrains genaue Anhaltspunkte zu verschaffen, indem nur auf solcher Grundlage eine zweckentsprechende Ausmittlung der zu befestigenden Punkte, ferner die richtige Wahl der Type der einzelnen Werke, sowie die Bestimmung der Besatzung und Armierung, und der Stärke der verschiedenen Fronten erfolgen kann.

Anhang.

Panzermaterialien.

Brauchbare Panzer erzeugt man aus:

I. Schweißeisen, II. Flusseisen, III. Stahl und dessen Legierungen, IV. Stahl und Eisen zusammengesetzt (das sogenannte Compound-Material), V. Stahl oder Eisen mit Oberflächenhärtung, VI. Hartguss.

I. Schweißeisen-Panzer.

Schweißeisen war das erste Panzermaterial, welches man bei Schiffen und für fortificatorische Zwecke verwendete. Zahlreiche Schiffe tragen noch diesen Panzer [1]) und von Land-Panzerthürmen besaß der von H. Gruson für die Proben in Bukarest erzeugte Schumann-Panzerthurm für zwei Stück 15*cm* Kanonen zum großen Theile dieses Material. Dasselbe ist auch heute noch, wenn es nur schräg getroffen werden kann, für Panzerzwecke gut brauchbar, und findet sich in der That noch häufig bei modernen Panzer-Constructionen vor, wird jedoch durch das einfacher zu erzeugende und selbst in der Qualität meist bessere Flusseisen zweckmässig ersetzt.

Zur Erzeugung des Schweißeisens werden erst die Elemente, Stäbe oder Schienen genannt, aus Roheisen im Puddelofen gewonnen. Zu diesem Zwecke werden, beispielsweise, im letzteren 300*kg* Roheisen gepuddelt und die gewonnenen Luppen auf Stücke quadratischen Querschnittes von 500*mm* Seitenabmessung ausgeschmiedet, die man auf Stäbe von 1.100*mm* Länge, 500*mm* Breite und 35*mm* Dicke auswalzt. Solche Stücke bilden die Deckel (oben und unten) eines Pakets, zwischen denen ausgeschmiedete Luppen von 150 bis 180*mm* Breite, 25*mm* Dicke, und einer Länge, die den

[1]) In Österreich-Ungarn wurden in den 60er Jahren die Fregatten „Habsburg“ und „Ferdinand Maximilian“ mit Schweißeisenplatten aus Storé bei Cilli und Zeltweg gepanzert, welche Platten jedoch nicht gewalzt, sondern nur geschmiedet waren.

Paket-Abmessungen entspricht, eingelegt werden. Die eingelegten Stäbe kreuzen sich mit ihren Längen in den verschiedenen Lagen. Das 255*mm* hohe Paket wiegt 1.000*kg*. Das auf Schweißhitze gebrachte Paket wird auf 125*mm*, d. i. beiläufig die halbe Dicke heruntergewalzt. Es gelangt dann nochmals in den Schweißofen, u. zw. mit der Seite nach oben, die beim ersten Erhitzen unten lag. Hierauf wird es zum zweitenmal ausgewalzt, u. zw. zu einer Platte von 1.600 × 1.300 × 50 bis 60*mm*. Vier solche Platten, zu einem Paket von 200 bis 240*mm* Höhe vereinigt, werden mit Chamottesteinen unterbaut in den Schweißofen eingesetzt, dann auf den eigentlichen Panzerdeckel von 3.400 bis 3.600*mm* Länge, 1.300*mm* Breite, bei 75 bis 80*mm* Dicke ausgewalzt.

Für eine etwa 300*mm* dicke Panzerplatte im Gewichte von etwa 12.000*kg* sind sieben derartige Deckel erforderlich, jeder 75 bis 80*mm* dick, und ein eingelegter achter, der nur 40*mm* dick ist. Das aus ihnen durch Zusammenbauen gebildete Schlusspaket wird im Schweißofen mittels gemauerter Chamotteblöcke unterbaut, auf Schweißhitze gebracht und schließlich auf 280*mm* Dicke herabgewalzt. Die nunmehr auf das Doppelte der erforderlichen Länge ausgewalzte Platte schneidet man in der Mitte auseinander, legt beide Theile, ein Paket von 560*mm* Höhe bildend, aufeinander, setzt sie abermals im Schweißofen der Schweißhitze aus, nachdem sie in üblicher Weise unterbaut wurden, und walzt sie endlich auf die verlangte Dicke von 300*mm* aus.

Die fertiggewalzte Platte gelangt demnächst auf ein gusseisernes Richtbett (mit kleinen gusseisernen Pfeilern), kühlt dort ab, und wird endlich zur Beseitigung der von dem Walzprocesse herrührenden Spannungen noch einmal ausgeglüht. Dieses nachträgliche Ausglühen findet dagegen bei dünneren Panzerplatten nicht statt.

Von Wichtigkeit für die Zähigkeit der Platten ist es, dass möglichst sehniges Luppeneisen im Puddelofen gewonnen wird.

Die Qualität der Platten wird auch erhöht, wenn man die ersten Elemente, aus denen die Pakete gebildet werden, kleiner wählt und die Dimensionen des Schlussproductes durch Aufeinanderlegen zahlreicherer Elemente erreicht.

Der Abnehmer der Panzerplatten hat in dem Werke einen ständigen Vertreter, der die ganze Fabrication überwacht. Derselbe hat schon beim Puddelofen sein Augenmerk auf die Gewinnung der Rohschienen zu richten, damit nur sehniges Material zur weiteren Verwendung gelange. Körnige Puddelrohschienen sind auszuscheiden.

Die wirkliche Übernahme hängt von der Beschießung einer Probeplatte ab. Zu diesem Zwecke wird aus einer Gruppe von 25 bis 50 Stück

Platten eine ausgewählt und der Beschießung unterzogen, wobei meist drei Schüsse (mindestens 300*mm* vom Plattenrande und von einander entfernt) mit einer Ladung abgegeben werden, bei welcher das Geschoss auf $^{0}/_{10}$ der Plattendicke eindringt. Es dürfen dabei keine Risse an der Vorderseite der Platte auftreten, die Aufbauchungen an der Rückseite dürfen nicht zu groß und die in letzteren auftretenden Strahlenrisse nicht zu bedeutend sein.

II. Flusseisen-Panzer.

Das Flusseisen wird bekanntlich sowohl in der Bessemer- und Thomas-Birne, als auch im sauren und basischen Martinofen gewonnen. Im allgemeinen bezeichnet man die Producte dieser Fabricationsweise als „Stahl“, und unterscheidet nur in Deutschland und Österreich-Ungarn [1]) die ganz weichen Sorten desselben, die fast alle Eigenschaften des Schweißeisens besitzen, als „Flusseisen“. Letzteres ist also im Gegensatze zum Schweißeisen ein geschmolzenes Schmiedeeisen; daher auch gießbar. Die Grenze zwischen Stahl und Flusseisen lässt sich chemisch nicht genau feststellen, doch kann man im allgemeinen das Material, das keinen höheren Kohlenstoffgehalt als 0·2% besitzt, als Flusseisen bezeichnen. Derartiges Material hat bei zahlreichen Schießproben die Zähigkeit des Schweißeisens dargethan.

Das gegossene Flusseisen lässt sich als Panzermaterial in rohen Blöcken gleich der Ingotform, dann als Façonguss, und endlich, gleich dem Schweißeisen, als gewalzte Platten verwenden. Man unterscheidet daher: 1. Rohflusseisen-Panzer [2]), 2. Flusseisenguss-Panzer und 3. gewalzte Flusseisen-Panzer.

1. Rohflusseisen-Panzer.

Das Flusseisen des basischen Processes, aus der Birne oder dem Martinofen, also Thomas-Flusseisen und basisches Martin-Flusseisen, kann sehr weit entkohlt werden, liefert daher ein sehr zähes, dem Schmiedeeisen verwandtes Material; es ist jedoch bei sehr weit getriebener Entkohlung sehr blasenreich, besitzt demnach keine große Festigkeit. Für Formgüsse, also Stücke, die complicierte Formen mit wechselnden Stärken besitzen, ist dieses sehr entkohlte Material nicht gut geeignet.

---

[1]) Siehe: Grundzüge einer einheitlichen Benennung für Eisen und Stahl „Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens“. 1894. 1. Heft.

[2]) Rohflusseisen-Panzer, welcher nur als Block in die Coquille gegossen wird, zum Unterschiede vom Flusseisenguss-Panzer, den man in beliebiger Form in Sandformen gießt.

Dagegen kann es in Blockform, an Stelle von Steinquadern — wie an Schartenbegrenzungen — sehr gute Verwendung finden. Die ersten Proben mit derartigen Blöcken haben in Österreich-Ungarn 1883 stattgefunden, und ergaben, dass dieses Material wohl zu weich gegen die mit der Spitze eindringenden Geschosse ist, sich jedoch schräg gestellt für Panzerzwecke eignen dürfte, da es durch den Aufschlag der Geschosse keine Risse erhielt.

Versuche anderer Staaten im Jahre 1886 bestätigten diese Annahme, denn drei Stück 1*m* lange, 25*q* schwere Thomas-Flusseisen-Blöcke aus Peine (bei Hannover), die im Beton vermauert und verankert waren und deren Stirnfläche sich 55° gegen den Horizont neigten, zeigte beim Beschießen mit 15*cm* Stahlgeschossen vollkommen ein Verhalten wie Schmiedeeisen. Ein Block erhielt 13 Schuss aus der 15*cm* Kanone, u. zw. 9 Stahlgeschosse, 2 Hartguss- und 2 gusseiserne Geschosse. Das Material zeigte sich merkwürdig weich und zähe. Kleine Blöcke von 20 × 20 × 40*cm* Dimensionen als Brustwehrabpflasterung wurden von den Geschossen herausgeworfen. Die erprobten Blöcke hatten folgende chemische Zusammensetzung.

Block 1)	0·14 C,	0·06 P,	0·58 Mn.
„ 2)	0·10 „	0·04 „	0·48 „
„ 3)	0·08 „	0·06 „	0·44 „

Im Verhalten zeigten die Blöcke keine Verschiedenheit. Man kann also auch die höhere Kohlung von 0·14 C wählen, bei welcher sich schon bedeutende Blasenbildungen vermeiden lassen. Blasenfrei erhält man das Material durch Aluminiumzusatz.

Verminderung der Blasenbildung durch Aluminiumzusatz.

In einer zu Carlsvick bei Stockholm gelegenen Eisengießerei strebte man an, die bis dahin in der gewöhnlichen umständlichen Weise erzeugten Gegenstände aus schmiedbarem Gusse ohneweiters aus ganz kohlenstoffarmem Flusseisen zu gießen und so das Verfahren des Temperns, das bekanntlich mit großen Kosten verknüpft ist, entbehrlich zu machen.

Man schmolz also schwedisches Alteisen — Hufeisen, Nieten etc. — in Tiegeln und goss das flüssige Metall in Formen. Zur Erzeugung der hiefür erforderlichen Temperatur benützte man als Brennmaterial Petroleum und Petroleumrückstände. Die Tiegel erhielten 30*kg* Einsatz. Das Gießen des Metalles erfolgte mit Hilfe einer Gießpfanne, welche durch einen Deckel geschlossen und mit einer besonderen Heizvorrichtung versehen war. Nach Östberg wurde dem geschmolzenen Metalle 0·05 bis 0·1% Aluminium zugesetzt, wodurch es die Neigung verlor, Gase zu entwickeln, dünnflüssig wurde und auch dünne Querschnitte leicht ausfüllte.

Derartige Aluminiumzusätze werden jetzt in den meisten Stahlwerken angewendet, u. zw. erfolgt der Zusatz erst beim Eingießen des Metalles in den Ingot in den letzteren selbst. Weniger wirksam ist der Zusatz in große Gießpfannen, und wirkungslos im Stahlofen.

Reines Aluminium eignet sich nicht als Zusatz zur Schmelze, da ein directes Legieren infolge der leichten Verbrennbarkeit des Aluminiums in der Schmelzhitze mit den größten Schwierigkeiten verknüpft ist. Die Aluminium-Fabrik in Hemelingen empfiehlt bei Bessemer- und Martinstahl 1% ihres Stahl-Aluminiums — mit 10% Aluminiumgehalt — als Zusatz.

Wenn zu einer Menge von 10 Tonnen geschmolzenen Flusseisens 2*kg* Aluminium zugesetzt werden, so hört fast im Augenblicke das stärkste Aufwallen, welches durch Ausscheiden von Gasen hervorgerufen wird, auf, und das Bad wird ganz ruhig; dabei erhöht sich seine Flüssigkeit. Die Vertheilung des Aluminiums in der ganzen Masse findet fast augenblicklich statt. Diese letzte Eigenschaft gibt dem Aluminium einen großen Vorzug gegenüber dem Mangan, welches sich langsam legiert und sich beim Erstarren oft in zusammenhängenden Massen oder in Krystallen abscheidet.

Auch nach Professor Wedding ist der wichtigste Einfluss des Aluminiums die Verdrängung von Blasenräumen, sowohl im kohlenstoffreichen, wie im kohlenstoffarmen Eisen. Hiezu gehört aber nicht eine Aufnahme von Aluminium im metallischen Zustande.

Die Wirkung des Aluminiums besteht darin, dass es dem im Metallbade vorhandenen Eisenoxydul — rascher als die Kohle, welche Kohlenoxydgas entwickelt — den Sauerstoff entzieht und keine Gasentwicklung veranlasst, da die Verbindung des Aluminiums mit Sauerstoff flüssig ist und in die Schlacke übergeht. Mangan oder Silicium wirken ähnlich, aber nicht so rasch und sicher; denn Manganoxydul und Kieselsäure können bekanntlich, bei Gegenwart von Eisen, durch Kohle in hoher Temperatur zerlegt werden; Aluminiumoxyd nicht, oder doch weit schwieriger als jene. Die Kohlenoxydgas-Bildung, welche Blasen hervorruft, wird also durch den Aluminiumzusatz sofort aufgehoben, das Metall wird ruhig.

Bei einem Versuche wurde Martin-Flusseisen mit 0·08% C nach Beendigung des Schmelzens, ohne mit Eisenmangan versetzt zu sein, zu gleichen Theilen in zwei Gießpfannen abgelassen, in deren einer dem Metalle soviel Eisen-Mangan zugesetzt wurde, dass auf 100*kg* Stahl 0·7*kg* Mangan kam, während in der anderen Pfanne ein Eisen-Aluminium-Zusatz in solchen Gewichtsverhältnissen gegeben wurde, dass das Metall dadurch 0·064% Aluminium, 0·024% Silicium und 0·01% Mangan erhielt. Nach einigen Minuten wurde der Inhalt beider Pfannen in gleiche Gussformen entleert. Das mit Mangan versetzte Eisen stieg in den

Gussformen und lieferte löcherige Güsse, das mit Aluminium versetzte blieb vollständig ruhig und zeigte Neigung zum Lungern (Setzen).

Bei den mit Aluminiumzusatz gegossenen Proben wurde durch spätere Analysen kein Aluminium gefunden; ein Beweis, dass dieses nur durch seine Verbrennung nützt. Jedenfalls kann die Thatsache nicht bezweifelt werden, dass ein geringer Aluminiumzusatz zum geschmolzenen, kohlenstoffarmen Flusseisen dessen Gießbarkeit wesentlich erhöht.

Aluminium mit Eisen in beträchtlichem Maße legiert, macht nach Versuchen von Deville das letztere spröde.

Über den Einfluss eines in dem Flusseisen zurückbleibenden geringen Aluminiumgehaltes auf dessen Festigkeitseigenschaften wurde eine Reihe Untersuchungen (von Spencer) angestellt. Die Aluminiumgehalte der untersuchten Proben bewegen sich zwischen 0·11 und 0·33%. Die Versuche lassen schließen, dass mit dem Aluminiumgehalte zwar der Festigkeitsmodul, zugleich aber in noch stärkerem Maße die Sprödigkeit des Eisens steigt.

Durch Ausglühen lässt sich dagegen die letztere nicht unerheblich herabmindern. So z. B. betrug bei einem Stabe mit

0·11% Al, 0·29% C, 0·074% Si, 0·013% S, 0·37% P, Spur Mn:

	ungeglüht	geglüht
Elasticitätsgrenze per mm^2 . .	19·36*kg*	14·86*kg*
Zerreißfestigkeit	37·94*kg*	37·17*kg*
Contraction	10·25%	41·35%
Längenausdehnung	9%	28·7%

Ferner bei einem Stabe mit

0·33% Al, 0·28% C, 0·22% Si, 0·012% S, 0·058% P, Spur Mn,

also mit gleichem Kohlenstoffgehalte, aber höherem Aluminium- und Siliciumzusatze:

	ungeglüht	geglüht
Elasticitätsgrenze per mm^2	nicht geprüft	18·73*kg*
Zerreißfestigkeit „ „ „ „		40·24*kg*
Contraction	„ „	20%
Längenausdehnung . . .	„ „	18·75%

Die beträchtlich größere Sprödigkeit des aluminiumreicheren Eisens ist unverkennbar.

Den Einfluss des Glühens bei aluminiumhaltigem Flusseisen von 0·12% Al, 0·10% C und 0·06 Si Gehalt zeigen nachstehende Versuchs-Resultate:

	ungeglüht	geglüht
Elasticitätsgrenze per mm^2 . .	17·94*kg*	15·47*kg*
Zerreißfestigkeit „ „ . .	35·38*kg*	32·77*kg*
Contraction	37·10%	60·10%
Längenausdehnung	27·70%	38·00%

Auch die englischen Versuche bestätigten den wohlthätigen Einfluss des Aluminiumzusatzes hinsichtlich Verringerung der Gasbildung und der Erreichung scharfer Güsse.

2. Flusseisenguss-Panzer[1]).

Es ist eine alte Gepflogenheit, complicierte Stücke aus Stahl zu gießen, wobei erst die neuere Zeit von dem kostspieligen, und bei großen Stücken umständlichen Façonguss mit Gusstahl (Tiegelstahl) auf den mit Martinstahl übergieng; hier traten Bochum und Terre noire bahnbrechend auf. Den Guss complicierter Formen aus sehr weichem Material, also Flusseisen, wagte man erst in neuerer Zeit, um durch denselben schwierige Schmiedestücke, wie Steven großer Schiffe u. dgl., zu ersetzen; heute werden sogar schon Schiffsschrauben aus Flusseisen gegossen.

Im Flusseisenguss giengen, wenn auch noch in primitiven Formen, Stücke zu Panzerzwecken voraus. Bei den stark dimensionierten Panzern lag wenig an einer vollkommenen Blasenfreiheit, und man schickte sich zuerst in Österreich-Ungarn an, kleinere Panzer, wie Beobachtungs- und Mörserkuppeln, aus stark entkohltem Stahl, d. i. Flusseisen, zu gießen, wobei selbst in den inneren Angüssen für die anzumontierende Einrichtung nur grobe Formen einzuhalten waren. So wurden im Jahre 1886 vier verschiedene Kuppeln theils aus basischem, theils aus sauerem Flusseisen mit verschiedenem Kohlenstoffgehalte erprobt und ergaben alle befriedigende Resultate. Hiebei wurde die anderwärts gemachte Erfahrung, dass ein Kohlenstoffgehalt von 0·14% C noch ein genügend zähes Material liefert, verwertet und selbst bis nahe zum Kohlenstoffgehalte von 0·2% gegangen; aber auch das Material mit der weit getriebenen Entkohlung bis 0·09% hatte vorzüglich entsprochen; am ungünstigsten verhielt sich eine Kuppel mit 0·25% C Gehalt, die allem Anscheine nach zu hart war. Es ist nicht bekannt, inwieferne die Werke durch Verwertung eines Aluminiumzusatzes die Blasenbildung bei den gelieferten Kuppeln zu vermindern suchten; einzelne der letzteren zeigten zahlreiche Blasen.

Nach den bisher gemachten Erfahrungen entspricht für den Flusseisenguss-Panzer, wenn derselbe complicierte Formen besitzt, am besten das sauere Martin-Flusseisen, welches insbesondere bis auf einige Millimeter von der Oberfläche und in genügender Entfernung von den Aufgüssen nahezu blasenfreies Material ergibt, das nach dem Ausglühen ein dichtes feines Korn von großer Festigkeit (35 bis 45kg, per mm^2) und bedeutender Dehnung (20 bis 28%) besitzt.

---

[1]) Hier wird an Stelle des bisher üblichen Ausdruckes „Flusseisen-Façonguss“ der jetzt vorgeschlagene „Flusseisenguss“ gebraucht.

Diese guten Eigenschaften des saueren Martinmaterials werden auch in der Civiltechnik für die Erzeugung von Gusstücken, denen die Eigenschaften des Schmiedeeisens zukommen sollen, benützt, und werden dermalen von einzelnen Werken Schiffssteven und Schiffsschrauben von außerordentlicher Größe aus Flusseisen gegossen. Es ist nicht ausgeschlossen, dass man auch aus dem basischen Martinofen dichte Güsse erreicht, wenn zur Erzielung der Blasenfreiheit entsprechende Vorkehrungen (geeignete Anordnung des Aluminium-Zusatzes oder andere Maßregeln nach dem Abstechen des Ofens) getroffen werden.

Die großen Erfolge, welche man in Österreich-Ungarn mit Panzerstücken aus Flusseisenguss erzielte, haben zu einer vielseitigen Anwendung dieses Materials und zu einer hohen Entwicklung in der Herstellung des Flusseisengusses geführt, dessen gutes Gelingen von einer Reihe von Factoren abhängt.

Besondere Beachtung erfordern dabei: *a*) der Schmelzofen, *b*) der Betrieb desselben, *c*) die Formerei und *d*) das Ausglühen.

a) Der Schmelzofen [1]).

Die Construction des Martinofens sammt Generatoren ist bekannt. Von Bedeutung ist die Ausmauerung des Ofens, welche aus einem feuerfesten Material bestehen muss. Für den saueren Ofen dienen die sogenannten Silicatsteine. Gebräuchliche Sorten derselben sind z. B. englische Dinas-Silicat-Steine, deren Zusammensetzung folgende ist: Kieselsäure 96·00%, Thonerde 2·06%, Eisenoxyd 0·39%, Kalk 1·34%, Magnesia 0·17%, Pottasche 0·19%, Soda 0·02%.

Zur Aufmauerung dieser Steine dient ein feuerfester Cement von ähnlicher Zusammensetzung wie die Steine selbst, mit einem Zusatze von Thon als Bindemittel; doch müssen beim Aufmauern die Fugen möglichst dicht gehalten werden, da das Bindemittel wegen seines Thongehaltes weniger feuerbeständig als die Steine ist.

Der Herd, welcher am meisten der Zerstörung ausgesetzt ist, und derart stark der Abnützung unterliegt, dass er nach jeder Schmelzung ausgebessert werden muss, erhält als Unterlage muldenartig gelagerte Gussplatten, auf welche zur Ergänzung des Unterbaues einige Lagen Silicatsteine kommen. Der eigentliche Herd wird beim sauern Ofen aus kieselreichem Sand gebildet; dieser muss so feuerbeständig sein, dass er dem Schmelzprocesse Widerstand leistet, er muss aber auch

---

[1]) Die Darstellung des Ofenprocesses nach dem Werke: Herstellung von Gusstahl von Ed. Breslauer.

genug Bindekraft besitzen, um durch Brennen fest zu werden. Da man den sauern Sand nur in dünnen Lagen fest brennen kann, muss der Ofen schon im Betriebe sein und eine genügend große Hitze haben, wenn man einen Herd neu ausführen will.

Das Einbrennen des Herdes erfolgt in nachstehender Weise: Mit einer eisernen Schaufel breitet man über den ganzen Herd eine gleichmäßige, starke Schichte Herdsand von etwa 20 bis 30*mm* Dicke aus. Die Abstichöffnung des Ofens wird mit großen Kohlenstücken und Lehm „blind“ zugesetzt und werden Vollflammen auf den Herd gegeben. Nach einigen Stunden muss die erste Sandschichte fest gebrannt sein, was mit Hilfe eines eisernen Hakens geprüft wird, mit welchem man durch Kratzen in den Sand einzudringen versucht. Ist der Sand so fest geworden, dass er sich nicht mehr fortkratzen lässt, so wird eine weitere Schichte Herdsand, von etwa gleicher Dicke wie vorher, über die erste gebracht; in dieser Weise wird fortgefahren, bis der Herd die gewünschte Stärke von 15 bis 20*cm* erreicht hat.

Der Herdsand beeinflusst wesentlich die Productionsfähigkeit des Ofens. Ist er nicht genügend feuerfest, so löst sich der Herd unter Schlackenbildung bald auf, und die oben schwimmende Schlacke verhindert bei großer Dicke eine genügende Erhitzung des Metalls. Ein zu reiner und feuerfester Herdsand, welcher bei der gegebenen Temperatur gar nicht fließt und deshalb nicht fest genug werden kann, wird von dem flüssigen Metallbade unterwaschen, so dass die losgelöste Masse an die Oberfläche treten würde. In gleicher Weise, wie vorher durch die Schlacken, würde hier durch den losgelösten Sand die Oberfläche des Metallbades bedeckt und die Hitze demselben entzogen werden.

Das Herdmaterial soll durch das Brennen fest werden und so feuerbeständig sein, dass es dem Schmelzprocesse widersteht. Ein guter Herdsand soll 96 bis nahe 100% Kieselsäure enthalten und kann Thonerde, Eisenoxyd und Magnesia als Beimengung besitzen.

Ein gutes Material ist in Deutschland der Sand von Siegburg mit 98 bis 98·5% Kieselsäure und 1·25 bis 1·5% feuerfestem Thon. In der Umgegend von Wien findet sich ein geeigneter Sand, mit 86·3% Quarz, 7·0% Feldspath und 5·8% basischen Bestandtheilen. Auch der gepulverte Silicatstein gibt, mit gutem Herdsand gemischt, ein gutes Material.

Der basische Herd wird im Mauerwerk wie der sauere hergestellt, nur das eigentliche Herdmaterial ist ein anderes, indem auf die aus Silicatsteinen aufgemauerte Basis Dolomit-Erde oder Magnesit feucht aufgestampft wird. Hiebei wird die ganze Herdmasse in kaltem

Zustande aufgegeben, während man die Feuerbrücken mit Chromerz belegt, und dann gebrannt.

Die Schmelzöfen fassen 1 bis 35*t* Einsatz. Herde mit etwa 9*t* Fassungsraum sind 4*m* lang und 1·7*m* breit. Die Tiefe der Herde wird meist mit 25*cm* bis 50*cm* angenommen; tiefe Herde erschweren das Erhitzen, seichte befördern die Oxydation des Metallbades. Die Herdsohle verläuft gegen das am tiefsten Punkte liegende Abstichloch. In der Höhe der Schlackenzone wird der Herd durch einen Luft- oder Wasserstrom gekühlt. Das Gewölbe wird ausschließlich aus Silicat- oder Dinas-Steinen hergestellt.

b) Schmelzofen-Betrieb.

Anheizen des Ofens. Der Ofen muss vor Beginn des Schmelzprocesses vollständig trocken sein, was dadurch erreicht wird, dass man zunächst Holz und andere leichte Brennstoffe bei offenem Abstich und bei geringem Zuge auf dem Herde zur Verbrennung bringt. Sobald kein Wasserdampf mehr aus dem Mauerwerke austritt, wird das Feuer verstärkt und der Generator in Thätigkeit gesetzt; man lässt einen schwachen Gasstrom durch den Ofen ziehen, welcher sich am Herdfeuer entzündet; die Gaszuführung wird dann alle halbe Stunden durch die Ventilsteuerung gewechselt, bis das Herdfeuer herunterbrennt; ist das Mauerwerk heiß genug, so öffnet man auch nach Erfordernis das Luftventil. Dieses Anwärmen erfordert 5 bis 8 Tage. Nach der so erreichten Rothglut erfolgt das Einbrennen des Herdes, wie schon oben angegeben, was ebenfalls einige Tage dauert. Die zum Beschicken nothwendige Hitze im Schmelzraume erkennt man schließlich an dem Abschmelzen einer etwa 1*cm* starken, in den Herd gehaltenen Eisenstange.

Setzen des Eisens. Man setzt zuerst das Roheisen ein und breitet es über den ganzen Herd aus; darnach werden die kohlenstoffärmeren Abfälle (Schmiede- oder Flusseisen) auf das Roheisen geworfen. Weil letztere den Herd mehr angreifen, so sucht man ihnen so wenig als möglich Berührungspunkte mit dem Herde zu geben. Vielfach wird auch das Roheisen erst vollständig heruntergeschmolzen und werden dann erst die kohlenstoffärmeren Abfälle dem Roheisenbade zugesetzt.

Diese Art des Einsetzens erfordert jedoch eine längere Zeit; man verfährt daher besser nach ersterer Art und bringt in den Ofen schon von vornherein so viel Eisen als möglich ein.

Sobald das zusammenschmelzende Material heruntersackt, wird nachgesetzt, um den Schmelzprocess zu beschleunigen. Von der Zeit

an, als das Schmelzen beginnt, sorgt man für einen schnelleren Wechsel der Gas- und Luftzuführung und stellt die Ventile, welche für gewöhnlich alle 30 Minuten umgesteuert werden, alle 15 Minuten um.

Einsätze. Als Roheisen soll nur ein möglichst phosphor- und schwefelfreies Eisen, ein gutes Hämatit-Eisen, oder steirisches Holzkohlen-Roheisen Verwendung finden, weil beim saueren Processe weder der Phosphor noch der Schwefel Gelegenheit finden, sich abzuscheiden.

Die Güte des Roheisens lässt sich auch durch Hammerschläge auf die Gänze erkennen, weil gutes Eisen mehr Schläge aushält, sich zäher zeigt.

Die Zusammensetzung des Zusatzeisens ist entweder nach dessen Herkunft genau bekannt, oder wird durch eine Analyse ermittelt. Auch beim Abschrecken glühender Stücke des Zusatzeisens, dessen Bruchflächen man besichtiget, erkennt man an dem Grade der Härtung den größeren oder geringeren Kohlenstoffgehalt.

Hat man genügende Mengen Zusatzeisen, so wird an Roheisen selbst nur 10% eingesetzt.

Ein Beispiel von einem Einsatze ist folgendes:

Eingüsse der eigenen Fabrication	40%
Flusseisenabfälle	40%
Schmiedeeisenabfälle	5%
Roheisen	15%
dann Ferro-Mangan (mit 60% Mn)	1·5%
Ferro-Silicium (mit 10% Si)	1·5%

Für einen guten, zähen Flusseisenguss sind natürlich auch sehr reine kohlenstoffarme Zusätze empfehlenswert, bei denen man den Kostenpunkt weniger berücksichtiget, weshalb man selbst die Elemente des Schweißeisenpanzers — Rohschienen — als Einsatz wählt. Auch die weichen Producte der Thomasbirne sind als kohlenstoffarm empfehlenswert.

Proben aus dem Metallbade. Die Bestimmung des Kohlenstoffgehaltes im flüssigen Metall ist innerhalb der kurzen Zeit, welche bei der Probeentnahme verbleibt, durch Analyse nicht zu erreichen. An deren Stelle treten mechanische Proben, wobei die persönliche Erfahrung des Prüfenden eine entscheidende Rolle spielt.

Gewöhnlich wird erst in der 4., 5. Stunde, vom Beginne des Einsetzens an gerechnet, die Metallmasse so vollständig geschmolzen sein, dass ein Kochen eintritt. Ob alles Material abgeschmolzen ist, unter-

sucht man mit einem Haken. Ansätze dürfen auf dem Herde selbstverständlich nicht mehr vorhanden sein. Am längsten halten sich diese gewöhnlich in der Nähe des Abstiches, weil hier die tiefste Stelle des Herdes ist.

Sobald der Herd von Stahlstücken frei ist und die Metallmasse einige Zeit gekocht hat, wird eine Probe genommen. Hiezu dient ein schmiedeeiserner Löffel mit langem Stiel. Derselbe wird, damit ihn das Metallbad nicht so schnell angreife, mit einem dünnen Brei von Thon, oder einem solchen von Lehm und Thon überstrichen, und dieser Überzug getrocknet. Der auf diese Weise geschützte Löffel wird in den Ofen eingeführt und eine kurze Zeit frei in dem Ofenraume gehalten, dann, wenn er roth geworden, durch Eintauchen in die Schlacke weiter erhitzt, so dass die Metallprobe, welche er entnehmen soll, keine wesentliche Temperatur-Erniedrigung erfährt. Nun bringt man den Löffel mit dem Hohlraume nach abwärts unter die Schlackendecke, treibt durch Hin- und Herbewegen diese auseinander, und schöpft eine Metallprobe aus dem Ofen. Die Probe wird in einer offenen, niederen Coquille zu einem kurzen Stabe ausgegossen. Als Coquille dienen zwei Stabeisenwinkel von etwa 40*mm* im Quadrat, welche einen längeren Schenkel von etwa 150*mm*, und, im rechten Winkel abgebogen, einen kürzeren von 50*mm* haben. Diese beiden Stäbe werden auf einer eisernen Unterlage so zusammengelegt, dass sie eine offene Coquille bilden, in welcher Probestäbe von etwa 100*mm* Länge und 40*mm* im Quadrat gegossen werden können. Wenn die frisch gegossene Probe während ihrer Abkühlung „steigt“, d. h. wenn sie aufquellt, Blasen bildend, so ist der Schmelzprocess noch nicht weit genug vorgeschritten. Erst wenn die Probe beim Erkalten an der Oberfläche ruhiger bleibt und Neigung zum Einsinken zeigt, ist man in der Lage, ein Urtheil über den Härtegrad des Stahles zu gewinnen. Je geringer der Kohlenstoffgehalt des Metallbades geworden ist, desto stärker wird die Neigung der Probe, an der Oberfläche einzusinken. Bei zu hohem Kohlenstoffgehalte, also so lange der Stahl noch zu hart ist, bleibt die Oberfläche glatt mit abgerundeten Kanten.

Die entnommene Gussprobe wird, sobald sie erstarrt ist, aus der Coquille gehoben und, noch kirschroth, schnell im Wasser gekühlt; hierbei wird sie wiederholt eingetaucht und herausgezogen. Die Abkühlung treibt man so weit, dass die Probe noch heiß genug bleibt, um das Kühlwasser an ihrer Oberfläche zu verdampfen.

Die getrocknete Probe wird mit einem Vorschlaghammer zerschlagen. Als Ambos dient ein Gussklotz mit einer etwa 100*mm* breiten

Rinne, über welche in zwei Aussparungen das Probestück gelegt werden kann.

Wenn Flusseisen verlangt wird, so muss die Probe 10 bis 20 Schläge mit dem Vorschlaghammer aushalten und erst nach starker Durchbiegung zerbrechen. Das Korn soll grobkörnig sein, bis zum Übergang in einen theilweise grauen, glanzlosen Bruch. An der unteren Seite (Coquillenseite) zeigen sich kurze Strahlen. Ist der Kohlenstoffgehalt zu groß, so ist der Bruch feinkörniger und strahliger. Ist endlich der Kohlenstoffgehalt zu gering geworden, so verschwindet das Korn ganz, der Bruch wird grau, von großen dunklen Hohlräumen durchsetzt, auch ist alsdann die Festigkeit der Probe sehr gering geworden.

In einigen Hütten wird zur Probenahme das gegossene Stück mit einem kleinen Dampfhammer zu einem vierkantigen Stabe ausgeschmiedet und wird die Kaltbiegeprobe vorgenommen, welche Aufschluss über die Härte des Materials gibt. Bei Flusseisen muss der Stab eine vollkommene Umbiegung um 180° vertragen, ohne Risse aufzuweisen.

Beurtheilung der Proben durch Vergleichen. Durch eine dauernde Beobachtung und Vergleichung des Kornes und der anderen Eigenschaften der Proben und der fertigen Erzeugnisse gewinnt man mit der Zeit ein Urtheil darüber, welchen Charakter die unfertige Probe für ein ganz bestimmtes Endproduct haben muss. Um hierbei nicht allein auf das Gedächtnis angewiesen zu sein, empfiehlt es sich, frühere Proben als Vergleichsobjecte aufzubewahren und sie nach dem Charakter der gewonnenen Waaren zu sortieren. Durch eine derartige Ordnung und fortlaufende Erneuerung der Muster wird es leichter, das künftige Product schon aus der rohen Probe zu beurtheilen.

Charakter der Schlacke. Auch die Farbe der Schlacke gibt für das Fortschreiten der Entkohlung einigen Anhalt. Mit abnehmendem Kohlengehalte des Eisens nimmt der Eisengehalt der Schlacke zu, dieselbe wird schwarz, blasig, während sie bei geringerem Eisengehalte auf dem Bruche eine olivgrüne bis graugrüne Färbung, durch den gewöhnlich reichlichen Mangangehalt hervorgerufen, zu besitzen pflegt, an der Außenfläche aber ebenfalls schwarz ist.

Wird das Mauerwerk durch allzu große Hitze so stark angegriffen, dass es abtropft, so zeigen sich in der Schlacke hellere Streifen, bei deren stärkerem Auftreten eine fleißige Beobachtung des Gewölbes nothwendig wird. Wird das Gewölbe weich, so muss die Hitze der Flamme verringert worden, was durch Verringerung der Luftzufuhr erfolgt.

Hitze des Metallbades. Man erkennt sie nach dem Aussehen der Schlacke. Wenn sich nämlich an der Rührstange oder an dem Schöpf-

löffel, nachdem sie aus dem Metallbade herausgezogen worden sind, leuchtende Punkte in Menge auf der Schlackenhülle zeigen, so ist mit Sicherheit anzunehmen, dass das Metallbad heiß genug zum Vergießen ist. Ist die Anzahl der leuchtenden Punkte auf dem Schlackenüberzuge gering, so ist auch die Hitze des Stahles unzureichend. Ein weiteres Urtheil über die Hitze des Metallbades gewinnt man beim Ausgießen der Schöpfproben, besonders der letzten, welche nach den Zusätzen für die Oxydation des Metallbades genommen werden. Die Beurtheilung rein nach dem Aussehen der flüssigen Probe ist jedoch insoferne unsicher, als das Auge durch die Weißglut des flüssigen Metalls geblendet und das Urtheil von der Individualität des Beobachters abhängig wird. Zuverlässigere Anzeichen sind das Auftreten eines lebhaften Flammenspiels und die Entwicklung von Dämpfen auf der Metalloberfläche, sowie das Verhalten beim Ausgießen der Probe. Ist das Metall zum Gusse heiß genug, so muss die Probe glatt aus dem Löffel laufen, etwa wie Wasser von einer fettigen Fläche, und trotz langsamen Ausgießens der Probe darf kein Stahl an dem Löffel haften bleiben.

Zusätze von Ferromangan und Ferrosilicium. Sobald die Qualität und die Hitze der Schöpfprobe für gut befunden sind, werden die Zusätze von vorgewärmtem Ferromangan und Ferrosilicium gemacht. Dieselben sollen die weitere Entkohlung des Eisens aufhalten und das Metallbad möglichst während der ganzen Periode des Abgießens unverändert auf dem gleichen Kohlenstoffgehalte erhalten. Je kohlenstoffärmer das Metallbad wird, desto größer wird sein Sauerstoffgehalt sein. Der Ferromanganzusatz soll die Desoxydation übernehmen und eine weitere Entkohlung des Metallbades verhindern. Der Zusatz von Ferrosilicium soll aber hauptsächlich dazu beitragen, die Gasausscheidungen aus dem flüssigen Stahle zu verringern und dadurch zur Erzielung dichter Güsse beitragen.

Sobald die genannten Zusätze eingebracht sind, hört das Kochen auf. Durch eine nochmalige Schöpfprobe überzeugt man sich, ob das gewonnene Metall dicht genug ist, bezw. ob der Zusatz von Ferrosilicium reichlich genug war zur völligen Aufhebung der Gasausscheidungen. Für diesen Fall muss beim Erkalten der Probe die Oberfläche zum Einsinken neigen; steigt sie dagegen auf, oder quillt sie gar aus der Form heraus, so müssen von den Zusätzen noch weitere Mengen aufgegeben werden. Selbstverständlich müssen auch diese Zusätze vorgewärmt sein. Wenn die Probe Neigung zum Einsinken zeigt, so ist der Stahl zum Abgießen fertig.

c) Die Formerei.

Um brauchbare Stücke aus Flusseisenguss herzustellen, ist die richtige Behandlung der Formen fast ebenso wichtig, als eine ausreichende Hitze des flüssigen Metalls. Das Flusseisen wird ausschließlich in getrocknete Formen gegossen.

Charakter der Formmasse. Sie muss sich brennen lassen; der Grad der Feuerbeständigkeit soll jedoch wesentlich höher sein, als die Trocknung der Formen sie erfordert. Infolge seiner großen Hitze wird der flüssige Stahl bei der Berührung mit der Sandform alle Bestandtheile, welche eine niedrigere Schmelztemperatur haben, als er selbst, auflösen; durch die hierdurch auftretende Tropfenbildung oder Gasentwicklung wird die Oberfläche des zu gießenden Stückes leiden, und je reicher der Sand an derartigen Materialien ist, desto unansehnlicher wird das gegossene Stück werden. Eine Formmasse jedoch, welche sehr feuerbeständig ist, pflegt wenig plastisch zu sein. Zur Bindung der Formmasse wird deshalb ein weniger feuerfestes Material genommen, und um den Einfluss der weniger feuerbeständigen Materialien abzuschwächen, wird schließlich die Form mit einem Überzuge versehen, welcher aus einem gut feuerfesten Materiale besteht.

Arten der Formmasse. Die besten feuerfesten Materialien in der Stahlformerei sind der Graphit und ein gebrannter Thon, welcher aus den Scherben alter Thontiegel gewonnen wird. Die Formmasse besteht aus dem Thontiegelmehl, gewaschenem, feinkörnigem Sand und einer geringen, zur Plasticität nothwendigen Menge Thon.

Zur Auflockerung der Masse, welche die im Metall enthaltenen Gase durch die Poren entweichen lassen soll, dient feines Mehl von Coaks, Holzkohle oder magerer Steinkohle. Eine gebräuchliche Mischung ist: 1 Theil Thontiegelmehl, $^1/_5$ Theil frischer Thon, 10 Theile Formsand, 1 Theil Quarzsand und 1 Theil gebrauchte Formmasse. Zuweilen wird Graphit zugesetzt. Als Bindemittel wird auch mitunter Melasse verwendet.

Schlichten der Formen. Die Putzerei bei Flusseisen oder Stahlgusstücken ist umständlicher und zeitraubender, als bei Eisengusstücken, weil der Sand infolge der größeren Hitze fester haften bleibt; doch wird diese Arbeit bei Formen mit einer gut feuerbeständigen Schichte wesentlich vermindert und die Glätte der Oberfläche befördert. Die Materialien zur Schlicht müssen fein gepulvert und gesiebt werden. Eine gute Schlicht erhält man aus: 100 Theilen Thontiegelmehl, 25 Theilen Graphit, 25 Theilen Chamotte. Die Masse wird im Wasser gelöst und, je nach der Stärke der Stücke, dünner oder dicker, mit einem Pinsel aufgetragen.

Verlorene Köpfe oder Aufgüsse. Um einen dichten Guss zu erreichen, muss der Panzer, je nach seiner Form, eine entsprechende Anzahl genügend hoher Aufgüsse oder „verlorener Köpfe“ erhalten Je größere Massen man in dieser Art auf das Panzerstück aufgießt, desto dichter wird das letztere werden. Die Aufgüsse stellen förmlich die Schlote dar, in welchen die Gasausscheidungen abziehen, weshalb sich in ihnen nach der Erstarrung auch die meisten Blasen vorfinden. Sie werden meist auf einer Drehbank abgestochen oder mit Kaltsägen abgeschnitten; man gibt ihnen eine, nach oben breiter werdende konische Form (Pyramide oder abgestumpfter Kegel).

Eingusstrichter. Es ist misslich, flüssiges Metall durch den verticalen Eingusstrichter auf die Fläche der eigentlichen Form zu stürzen. Der Einguss soll nie unmittelbar über der eigentlichen Form münden, vielmehr in der Nähe der tiefsten Stelle der Form angelegt sein und durch horizontale Canäle mit ihr verbunden werden; das Material soll aufsteigend die Form erfüllen, denn nur dadurch wird ein ruhiges Einlaufen des Metalles möglich und man vermeidet starke Wirblungen der flüssigen Masse innerhalb der Form. Flüssiges Metall, welches in einen senkrechten Canal stürzt und Wirbelbewegungen annehmen kann, reißt große Luftmengen mit, die nicht immer rechtzeitig entweichen und im erstarrten Material, namentlich an den Wänden, die Bildung zahlreicher Blasen veranlassen.

Probestücke für den Übernehmer. An mehreren Stellen des Stückes werden flantschenartige Streifen mitgegossen, die man nach dem Ausglühen abschneidet und zu Probestäben für die Zerreißproben verarbeitet. Diese Streifen können auch zu Kaltbiegeproben verwendet werden, um sich Aufschluss über die Zähigkeit des Gusstückes zu verschaffen.

Ob das gegossene Stück die genügende Weichheit besitzt — also aus Flusseisen besteht — prüft der Übernehmer an den knapp vor dem Abstiche gegossenen kleinen Probestücken, die zu Stäben ausgeschmiedet werden, welche man erhitzt, rasch abkühlt und nun der Kaltbiegeprobe unterwirft, bei welcher sich nach dem Umbiegen um 180° kein Riss zeigen darf. Die Dichtigkeit des Gusstückes lässt sich am besten beim Abdrehen der Aufgüsse und bei etwaiger Bearbeitung einzelner Flächen erkennen.

d) Ausglühen der Panzer aus Flusseisenguss.

Bei der raschen Abkühlung des Materiales in der Gussform erfolgt nicht die erwünschte natürliche Anlagerung der Molecüle, es treten vielmehr

Spannungen auf, welche beim Beschießen Veranlassung zum Zerspringen geben können. Man beseitigt diese Spannungen durch nachträgliches Ausglühen, das bei großen Stücken mehrere Tage dauert. Dem Ausglühen muss selbstverständlich ein langsames Abkühlen des Stückes folgen. Schon in den siebziger Jahren hat das Werk Terre noire mit gegossenen Stahlstücken durch Ausglühen, u. zw. allmähliches Erhitzen bis zur Kirschrothgluth und darauffolgende langsame Erkaltung, die Erfahrung gemacht, dass sich die grobkörnige Structur ändert und das Material im Bruche feiner und dichter wird. Es tritt also eine Vergütung ein.

Die in Österreich-Ungarn mit Erfolg erprobten Panzerkuppeln aus Flusseisenguss waren ebenfalls ausgeglüht.

3. Gewalzte Flusseisen-Panzer.

Im Jahre 1870 bot das Werk von Terre noire der französischen Marine, anstatt einer bestellten Lieferung von schweißeisernen Platten und Winkeleisen, ebensolche von weichem Bessemerstahl [1]) an; nach anfänglicher Weigerung ließ endlich die Marineverwaltung das Flusseisen im Schiffsbaue zu, und 1874 wurde das erste Kriegsschiff mit flusseisernem Rumpfe gebaut. Terre noire und Creuzot lieferten das zum Theil der Bessemerbirne, zum Theil dem Martinofen entstammende Material von 45 bis 48*kg* Festigkeit und 18 bis 22% Dehnung. Diese Thatsachen, dann die Entwicklung des Thomasverfahrens und der Flusseisenbereitung im basischen Martinofen, wodurch mit Sicherheit sehr weiche und zähe Sorten von Flusseisen gewonnen wurden, trugen dazu bei, dass das Flusseisen sowohl im Panzerbau als auch bei Brücken und sonstigen Constructionen das Schweißeisen verdrängte.

Die Widerstandsfähigkeit eines Metalles kennzeichnet sich nicht allein durch die Größe seiner Zugfestigkeit, sondern besonders durch seine Zähigkeit, die man in einfachster Weise durch das Product aus der Zugfestigkeit in die Dehnung veranschaulichen kann. Man nennt dieses Product auch die Arbeitsziffer des Metalls, und es ist sicher, dass gerade den weichen Sorten des Flussmetalls regelmäßig die größere Arbeitsziffer innewohnt. Bei einem weichen Metalle von 45*kg* Zugfestigkeit kann man recht wohl eine Arbeitsziffer von 1000 und mehr erreichen, was bei einem härteren Metalle von 50*kg* Zugfestigkeit schon sehr schwierig und bei einem harten mit einer solchen von 60*kg* ganz unmöglich wird. Man wählt daher auch für Panzer mit Vorliebe das weichere Material.

---

[1]) In Frankreich werden auch die weichen, in Österreich-Ungarn und in Deutschland als Flusseisen benannten Producte der Bessemerbirne als „Stahl“ bezeichnet.

Zur Herstellung einer gewalzten Panzerplatte aus Flusseisen werden Ingots von der 2- bis 3fachen Dicke der Platte gegossen; letztere hängt auch von der Länge der ausgewalzten Platte ab. Die Höhe der Ingots wird so gewählt, dass das oberste, undichte Stück abgenommen werden kann, worauf nur ein vollkommen blasenfreier Rohblock erübrigt, der gewöhnlich zuerst unter einer schweren Presse durch Drücken auf alle vier Seitenflächen verdichtet wird. Der Abfall beträgt meist ein Drittel und noch mehr. Je nach den vorgeschriebenen Dimensionen der Platten werden diese Blöcke so heruntergeschmiedet (gepresst), dass dabei schon nahezu die Breite der herzustellenden Panzerplatte erreicht wird, während Dicke und Höhe so gewählt sind, dass durch Herabwalzen desselben auf das gewünschte Maß die entsprechende Länge der Panzerplatten sich ergibt.

Das Pressen erfolgt mit schweren hydraulischen Schmiedepressen, welche einen Druck von mindestens 2.000 *t* ausüben (bei Krupp 5.000, in Amerika jetzt 7.000 und in Hinkunft selbst 14.000 *t*) und von 800 bis 1.600 pferdigen Dampfmaschinen betrieben werden.

Die weitere Verarbeitung der vorgeschmiedeten Blöcke erfolgt auf Walzwerken, welche von 1.200 bis 3.000 pferdigen Maschinen getrieben werden. Die Länge der Walzen beträgt 3 bis 4*m*, deren Dicke etwa 1*m*. Die Blöcke werden meist in Glühöfen, welche vor der Walzenstraße stehen, vorgewärmt und aus diesen mit Hilfe hydraulischer Vorrichtungen gegen den schweren Rollengang geschoben, auf welchen man sie den Walzen zuführt. Mitunter ist dieser Glühofen ein Drehofen (Witkowitz), welcher entweder mit der Längenachse gegen das Walzwerk (zum Ausstoßen der Platte) oder senkrecht zu dieser Richtung gestellt werden kann, in welch letzterer er an der Feuerung und den Schlott anschließt, daher die Anwärmung der Platte erfolgt. Auch das Einschieben der Platten in die Öfen erfolgt meist mit hydraulischen Cylindern von etwa 10*m* Länge. Die Dimensionen des Ofens entsprechen natürlich den Dimensionen der etwa 7 bis 10*m* langen und 3 bis $3^1/_2 m$ breiten Platten.

Das Ausstoßen der heißen Platte aus dem Ofen und der Transport zu den Walzen erfordert nur etwa zwei Minuten Zeit. Zwischen dem Rollengange unmittelbar vor dem Walzwerke sind verticale Hebevorrichtungen eingeschaltet, welche gestatten, die Platten in horizontaler Richtung zu drehen, so dass beim Anfange des Walzens die Platte diagonal zwischen den Walzen durchpassieren kann. Mit dem Apparate ist es auch möglich, die Platte völlig zu wenden.

Es erfolgt anfangs immer der Durchgang des Walzgutes, um die nöthige Breite der Panzerplatten herzustellen und dann erst die Streckung

in die Länge. Je nachdem das Schmiedestück mehr oder weniger weit heruntergeschmiedet ist, erfordert das Auswalzen der Panzerplatten etwa 40 bis 50 Durchgänge durch die Walzen. Ein gutes Walzwerk ist imstande, in 50 Durchgängen die Plattendicke um 30*cm* zu verringern, was kaum 20 Minuten Zeit erfordert.

Nach dem Walzen wird die Platte auskühlen gelassen und dann der weiteren Bearbeitung zugeführt. Diese besteht in erster Reihe in einem Beschneiden derselben. Dasselbe erfolgt mit schweren Sägemaschinen, in welchen je sechs Sägeblätter in einem einzelnen Maschinenbette angeordnet sind u. zw. in der Weise, dass drei Sägeblätter von unten, drei von oben schneiden. Derartige Sägemaschinen sind imstande, selbst 30 bis 40*cm* dicke Platten in einer Länge von 4 bis 6*m* in 24 Stunden zu schneiden. Eine weitere Bearbeitung der Platten erfolgt durch schwere Hobelmaschinen, so dass in dieser Weise schon nahezu die erforderlichen Dimensionen erreicht werden. Die genaue Anarbeitung erfolgt durch Hobel- oder Stoßmaschinen derartig, dass bei der Anmontierung an das Schiff nahezu keine Bearbeitung mehr erforderlich ist. Gebogene Platten werden glühend unter der Schmiedepresse auf die entsprechende Form gebracht.

In manchem Panzerwerke (Carnegie Comp.) werden die Platten nicht gepresst, sondern es gelangen die Ingots unmittelbar zum Auswalzen, in welchem Falle die gegossenen Blöcke zur gleichmäßigen Vertheilung der Wärme vor dem Walzen in Durchweichungsgruben gesetzt werden.

In den Bethlehem-Stahlwerken in Amerika erfolgt die Bearbeitung der Ingots nur durch den Dampfhammer, der ein Fallgewicht von 127 Tons, und eine Hubhöhe von 5*m* gestattet. Die an den Hammer angereihte Schmiedepresse von 7.000*t* Gesammtdruck dient nur zum Geraderichten und Biegen der Panzerplatten.

Beim Beschießen der aus Nickelstahl mit und ohne Oberflächenhärtung hergestellten Panzerplatten hat man keinen Unterschied zwischen nur gewalzten und nur geschmiedeten Platten bemerkt.

In den neuesten Übernahmsbedingungen für die Lieferung von Panzerplatten in Amerika ist es den Werken vollkommen freigestellt, von welcher Bearbeitungsweise — Walzen, Hämmern oder Pressen — sie Gebrauch machen wollen. Wie schon gesagt, wählt man, um ein Zerspringen der Platten hintanzuhalten, gerne das weiche Material, also mit geringem Kohlenstoffgehalte. Ob es gelingen wird, ohne den kostspieligen Nickelzusatz, härteres Material von 45 bis 60*kg* Festigkeit ebenso zähe herzustellen, wie es zur Zeit bei einem Materiale von 40 bis 45*kg* Zugfestigkeit geschieht, steht dahin. Die Möglichkeit ist nach Mehrtens

nicht ausgeschlossen, wenn es gelingen sollte, die verunreinigenden Bestandtheile des Eisens: Silicium, Phosphor, Schwefel u. dgl., bis auf Spuren auszuscheiden, und wenn der Mangangehalt in niedrigen, von jedem einzelnen Darstellungsfalle abhängigen Grenzen gehalten wird. Das Erzeugnis wäre dann ein möglichst reines Flusseisen, in welchem der Einfluss seines für die Technik wertvollsten Bestandtheiles, des Kohlenstoffes, zur vollsten Geltung gelangt.

Weil das Gefüge des Flusseisens so außerordentlich gleichmäßig erscheint, hat man ihm auch den Namen Homogeneisen gegeben, und aus seiner Homogenität entspringen seine Hauptvorzüge dem Schweißeisen gegenüber. Diese Vorzüge sind: hohe und gleichmäßige Dehnung nach allen Richtungen hin. Die Streckgrenze (Elasticitätsgrenze) des Flusseisens liegt etwa um das $1^1/_2$fache bis Doppelte höher als beim gewöhnlichen Schweißeisen. Ausnahmsweise sind auch Schweißeisengattungen mit einer höheren Streckgrenze dargestellt worden. Erhebliche Verlängerungen beginnen bei einem Schweißeisenstabe bereits bei einer Belastung von 16*kg* auf $1 mm^2$, bei einem Flusseisenstabe aber erst bei einer Last von 24*kg*. Einzig aus diesem Grunde dürfte man die zulässige Inanspruchnahme des Flusseisens um etwa $1^1/_2$ mal so hoch ansetzen, wie es beim Schweißeisen Gebrauch ist. Zur Zeit geht man aber meistens damit nicht weiter als bis zur halben Streckgrenze, d. i. 12*kg* per $1 mm^2$. Das Flusseisen besitzt ferner die Dehnungsfähigkeit nicht nur nach einer Richtung, sondern auch senkrecht zu dieser, während die Querdehnung beim Schweißeisen in der Regel nur ganz unbedeutend ist.

Für Flusseisen zu Bauzwecken werden meist die Festigkeitszahlen 35 bis 45*kg* gefordert; bei Panzermaterial werden sich dieselben ebenfalls empfehlen. Für die meist schräg gestellten Panzer der Land-Befestigungen hat Flusseisen mit einer nahe an 40*kg* reichenden Festigkeit und der minimalen Dehnung von 20% gut entsprochen. Bessere Proben ergaben 45*kg* Festigkeit und 25% Dehnung.

Für gewalzte Platten kann sowohl Bessemer-, oder Thomas-, als auch Martin-Flusseisen genommen werden. Sehr zähes Material liefern mit Sicherheit die Thomasbirne und der basische Martinofen.

Die Abnahme erfolgt auf Grund von Proben, die aus der fertigen Platte herausgeschnitten werden. Jedenfalls behält sich der Abnehmer, wie bei der Lieferung von Schweißeisenplatten, vor, aus einer Serie von Platten eine der Beschießung zu unterwerfen, von deren Ausfall die Übernahme der ganzen Serie abhängig gemacht wird. Nichtsdestoweniger empfiehlt sich die Überwachung der ganzen Erzeugung, bei der auch Blockproben genommen und chemische Analysen gemacht werden.

III. Panzer aus Stahl und dessen Legierungen.

1. Panzer aus reinem Stahl.

Flusseisen- und Schweißeisenpanzer haben gegen die modernen Stahlgeschosse, bei ihrer Weichheit keine genügende Festigkeit, wenn sie senkrecht zur Oberfläche getroffen werden. Die Platten-Abmessungen müssten wesentlich vergrößert werden, so dass sie den Schiffbau in hohem Grade nachtheilig beeinflussen würden; gegen die größten Caliber aber ergeben sich Panzerdicken, welche unanwendbar erscheinen; so durchschlägt ein 51*kg* schweres 15*cm* Geschoss mit 574*m* Geschwindigkeit eine Schmiedeeisenplatte von 37½*cm*; ein 21*cm* Geschoss mit 139*kg* Gewicht und $v = 556$ eine 53*cm* dicke Platte. Diesem Übelstande half man theilweise durch die Einführung der Compound-Panzerplatten ab, die jedoch mitunter nicht den gehegten Erwartungen entsprachen, theilweise durch die Verwendung von Stahlplatten.

Die ersten Versuche mit homogenen Stahlplatten, dürften Ende der sechziger Jahre zu Storé in Steiermark durchgeführt worden sein, welches Werk zu jener Zeit eine Bessemerstahlplatte verfertigte, die jedoch nicht entsprach.

Auch Schneider in Creuzot gieng zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit der Platten vom weichen Schmiedeeisen auf den härteren und festeren Stahl über, bei welchem er jedoch durch geeignete Behandlung die große Sprödigkeit beseitigte. Stahl kann nämlich theils durch Ausglühen und Ablöschen im Wasser-, Öl- oder Blei-Bade, dann durch Abschrecken in diesen Materialien und erneutes Ausglühen, eine Vergütung erfahren.

Ausglühen. Es wurde schon oben der Wert des Ausglühens beim Flusseisen erörtert; noch größere Bedeutung besitzt dasselbe für den Stahl. Ungeglühter Stahlguss ähnelt in seinem Verhalten überhitztem, geschmiedetem Stahl, dessen hauptsächlichste Eigenthümlichkeit in seiner Sprödigkeit besteht, wenn er Stößen ausgesetzt wird. Harte Gusstücke besitzen diese Eigenschaft in so hohem Grade, dass verlorene Köpfe mitunter abspringen, wenn man den dünnen Einguss abschlägt, und in diesem Falle pflegt fast immer ein großes Stück des Gusstückes selbst mit abzureißen. Solche Stahlstücke werden durch Glühen zäh und verlässlich, während ihre Bruchfläche eine feinkörnige Beschaffenheit annimmt. Eine andere Wirkung des Ausglühens ist die Ausgleichung der beim Abkühlen entstandenen Spannungen. Diese Spannungen sind oft so beträchtlich, dass das Gusstück infolge derselben mit lautem Krach zerspringt; u. zw. nicht allein beim harten, sondern auch beim kohlenstoffarmen Stahle.

Folgende Ziffern lassen den Einfluss des Ausglühens auf die Festigkeitseigenschaften des Stahlgusses erkennen:

Kohlenstoffgehalt in %	Ungeglüht		Geglüht	
	Zugfestigkeit *kg* auf den mm^2	Dehnung auf 50*mm* in %	Zugfestigkeit *kg* auf den mm^2	Dehnung auf 50*mm* in %
0·23	48·3	22·40	47·2	31·40
0·37	60·1	8·20	57·8	21·80
0·53	63·3	2·35	74·8	9 8

Die ungeglühten und geglühten Stücke von gleichem Kohlenstoffgehalte waren gemeinschaftlich in derselben Form dicht nebeneinander aus einem und demselben Eingusse gegossen.

Die zum Ausglühen erforderliche Temperatur ist ungefähr Kirschrothgluth; mitunter steigt auch die Temperatur noch etwas höher. Das Verfahren des Ausglühens ist einfach. Man erhitzt den Gegenstand auf die erforderliche Temperatur, erhält ihn lange genug in derselben, um dem Gefüge Zeit zu der erforderlichen Umgestaltung zu geben, schließt dann den Rost und lässt den Ofen langsam abkühlen. Große Stücke bedürfen, um gut ausgeglüht zu werden, eine Woche und noch mehr Zeit.

Ausglühen und Ablöschen. Probestäbe von gewalztem Flusseisen mit 0·15% Kohlenstoffgehalt ergaben nach Versuchen von Terre noire:

vor dem Härten eine Bruchfestigkeit von 36*kg* und auf 200*mm* eine Dehnung von 32%; nach dem Härten in Öl stellten sich diese Ziffern auf 46*kg* und 23·7%; nach dem Härten in Wasser auf 50*kg* und 18%. Stäbe von Stahl mit 0·49% Kohlenstoffgehalt wiesen vor dem Härten 48*kg* und 24% auf; nach dem Härten in Öl 71*kg* und 12%.

Durch Ablöschen des glühenden Stahles wird dessen Festigkeit erhöht, die Dehnung jedoch vermindert. Ist der Kohlenstoffgehalt nicht sehr hoch, so erübrigt, namentlich beim Härten in Öl, noch immer eine genügende Dehnung; so könnte Stahl mit einem zwischen 0·15 und 0·40% liegenden Kohlenstoffgehalte nach dem Ablöschen in Öl eine über 15% betragende Dehnung behalten.

Härten und erneuertes Ausglühen. Lässt man, wie die Versuche in Terre noire es darlegen, auf das Härten ein abermaliges Ausglühen folgen, so erreicht man den höchsten Festigkeitsgrad. Es

ergaben Stäbe von blasenfrei gegossenem Stahl bei 0·459% und 0·287% Kohlenstoffgehalt im ungehärteten Zustande Zugfestigkeiten von 52 und 45·7*kg*, mit Dehnungen von 3·5 und 8·8%; dagegen nach dem Härten in Öl und erneuertem Ausglühen, Festigkeiten von 56 und 49*kg*, mit Dehnungen (auf 200*mm*) von 16 und 21%. Die wesentlich gesteigerte Festigkeit wird aber bei Panzerplatten das Eindringen der Geschosse gegenüber dem Schmiedeeisen auch wesentlich vermindern.

Härten im Bleibade. Die *Société de Châtillon et Commentry* hat über das Härten der Panzer im Bleibade sehr interessante Versuche angestellt. Durch das Metallbad soll ein anfängliches Abschrecken und nachfolgendes langsames Ausglühen erfolgen. Die Abkühlung geht rascher und gleichmäßiger über die ganze Masse vor sich, als beim Härten in Öl oder Wasser, wodurch Spannungen, welche zu Rissen und Formveränderungen Anlass geben, vermieden werden. Dieses Verfahren soll nun die Stücke aus gegossenem oder geschmiedetem Stahl in einer für die ganze Masse gleichmäßigen Temperatur erhalten, was von dem Momente an zu erfolgen hat, wo die Änderung der Structur im Metalle beginnt. Um diesen Bedingungen zu entsprechen, taucht man die vorgewärmten Stücke in ein flüssiges, aus geschmolzenem Blei bestehendes Bad, worin sie nun ruhig abkühlen gelassen werden. Dieses Verfahren erfordert viel Erfahrung.

Compound-Panzerplatten, deren Stahlschichte 0·73% Kohlenstoff enthielt, zeigten, wenn sie einfach geglüht waren, bei den Festigkeitsproben 39*kg* Elasticitätsgrenze, 80*kg* Bruchfestigkeit und 10% Dehnung; die im Bleibade gehärtete Platte ergab hingegen 58*kg* Elasticitätsgrenze, 95*kg* Bruchfestigkeit und 12% Dehnung.

Panzerplatten mit derart behandeltem Material gaben wesentlich bessere Resultate als Schmiedeeisenplatten; die Geschosse drangen viel geringer ein.

Schneider in Creuzot erzeugte für Italien und Frankreich große Mengen von Stahlpanzerplatten. Sie sollen nur unter dem Hammer (800*q*) bearbeitet worden sein und haben jedenfalls durch eines der vorher angeführten Vergütungsverfahren eine Steigerung der Festigkeit erhalten, worüber aber nichts näheres bekannt wurde. In Italien hatte man bei einem Versuche etwa 0·4% Kohlenstoffgehalt constatiert.

Jedenfalls steht in den besprochenen Methoden des Glühens und Abschreckens ein Mittel zur Verfügung, auch nur gegossene Stahlkuppeln entsprechend widerstandsfähig zu machen.

2. Nickelstahl-Panzer.

Im September 1890 fanden auf dem Marine-Schießplatze zu Annapolis (Maryland) in Amerika Schießversuche gegen drei Panzerplatten von 26·7*cm* Dicke statt, von denen zwei Platten aus den Werken von Schneider & Comp. in Creuzot stammten, u. zw. die eine aus reinem Stahl mit etwa 0·33% C Gehalt, die andere aus Stahl mit 3·22% Nickel (nach anderen Angaben mit 5% Ni), während die dritte, eine Compound-Platte, von Camell & Comp. in Sheffield geliefert war. Bei der Beschießung mit 4 Stück 15*cm* Chromstahl-Granaten (von Holtzer) von 45·4*kg* Gewicht und 632*m* Geschwindigkeit (924*mt*) und 1 Stück 20·3*cm* 95·2*kg* schweren Firminy-Granaten mit 550*m* Geschwindigkeit (1.468*mt*) zeigte sich die Nickelstahlplatte in jeder Beziehung den beiden anderen Platten überlegen; nicht nur, dass sie dem Eindringen der Geschosse den größeren Widerstand entgegensetzte, sie blieb auch ohne Sprünge und Risse, während die Platte aus reinem Stahl in 4 Stücke zerbrach. Auffallend schlecht war das Verhalten der Compoundplatte, deren Stahlbelag fast vollständig abgesprengt wurde.

Auf Grund dieser Erfahrung entschieden sich die amerikanischen Eisenwerke für die Nickelstahlplatten und richteten sich auf die Fabrication derselben ein.

Im October und November 1891 fanden auf dem Marine-Schießplatze zu Indian-Head (Maryland) Schießversuche gegen derartige und durch Oberflächenhärtung noch weiter verbesserte Panzerplatten statt, und zwar sowohl der Eisenwerke zu Bethlehem, als auch der Firma Carnegie & Comp. zu Pittsburg. Es wurden 6 Platten von 26·7*cm* Dicke mit 4 Schuss aus der 15·2*cm* (929*mt*) und 1 Schuss aus der 20·3*cm* Kanone (1.548*mt*) erprobt. (Die nach dem Verfahren von Harvey an der Oberfläche gehärteten Platten sollen weiter unten betrachtet werden.) Die Bethlehem-Platten waren unter dem Hammer geschmiedet, die Platten von Carnegie nur gewalzt. Von den homogenen Nickelstahlplatten widerstanden am besten die hochgekohlten, u. zw. gehämmert oder gewalzt, mit 0·38% Kohlenstoff, dann etwa 3% Nickelgehalt. Die Platte mit 0·38% C Gehalt enthielt 0·01% Phosphor und 0·65% Mangan. Die niedrig gekohlte Nickelstahlplatte besaß einen Kohlenstoffgehalt von 0·22%. Wenn auch einer nach Harvey-System erzeugten Platte der erste Rang eingeräumt wurde, so muss doch hervorgehoben werden, dass zwei hochgekohlte homogene Nickelstahlplatten eine harveysierte mit niedrigerem Kohlengehalt (0·24% C) übertroffen hatten.

Die im November 1893 und im Februar 1894 in Pola durchgeführten, vergleichsweisen Beschießungen von Platten verschiedenster

Erzeugungsart und Herkunft [1]) haben die Überlegenheit der in Witkowitz erzeugten Nickelstahlplatten, allen anderen gegenüber dargethan.

Aus allen diesen Versuchen ist zu ersehen, dass der Zusatz von Nickel selbst dem höher gekohlten Stahl eine hohe Zähigkeit verleiht, so dass er selbst bei starker Inanspruchnahme durch Stahlgeschosse keine gefährlichen Sprünge erhält. Nickel gestattet also kohlenstoffreicheren, somit auch festeren Stahl für Panzer zu verwenden, der ohne Nickelzusatz zu spröde wäre.

Versuche mit Eisennickel-Legierungen wurden schon vor längerer Zeit zu anderen Zwecken gemacht. So versuchte man erfolglos 1856 in Großbritannien Kanonenrohre mit 2% Nickelzusatz herzustellen; dieses Experiment misslang gleichfalls 1860 in Belgien. Wenn daher die Darstellung von Nickeleisen und Nickelstahl neuerdings mit günstigeren Ergebnissen aufgenommen wurde, so ist die Ursache dieses Erfolges vornehmlich der größeren Reinheit des dafür benützten Nickels zuzuschreiben.

Die Darstellung von Nickelstahl erfolgt nach Riley aus Glasgow, welcher Gelegenheit gehabt hatte, dieselbe auf einem französischen Werke zu studieren, folgendermaßen:

Die Herstellung kann ebensowohl im Tiegel als im Martinofen geschehen. Das Schmelzen im letzteren bietet durchaus keine größeren Schwierigkeiten als das Schmelzen eines gewöhnlichen Einsatzes, und da das Nickel schwieriger oxydierbar als das Eisen ist, findet eine Verschlackung des Nickelzusatzes fast gar nicht statt. Hiebei können alle Abfälle, welche bei der Verarbeitung des Nickelstahls entstehen, ohne dass irgend ein Nickelverlust eintritt, wieder aufgearbeitet werden.

Der Stahl ist ruhig in der Form, dünnflüssiger als gewöhnlicher Stahl und scheint durchaus gleichartig zu sein. Gegossene Blöcke sind äußerlich glatt und sauber, zeigen bei großem Nickelgehalte jedoch etwas stärkere Neigung zum Lungern, als gewöhnliches Flusseisen.

Die Erhitzung der Blöcke zum Zwecke des Schmiedens oder Walzens bedarf keiner besonderen Vorsichtsmaßregeln. Sie ertragen die gleiche Erwärmung wie Flusseisen mit dem nämlichen Kohlenstoffgehalte ohne Nickel; erst wenn der Nickelgehalt über 25% hinausgeht, ist etwas größere Vorsicht geboten.

Bei richtiger Herstellungsweise und Zusammensetzung lässt sich der Nickelstahl gut schmieden und walzen. Seine Farbe wird mit zunehmendem Nickelgehalte lichter und er nimmt eine schöne Politur an. Er ist widerstandsfähiger gegen chemische Einflüsse und rostet schwerer.

---

[1]) Siehe: „Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens", 1894, 2. und 5. Heft.

Prüfung auf Zerreißfestigkeit.

Nummer	Zusammensetzung			Gegossen				Gegossen und geglüht				Gewalzt					Gewalzt und geglüht					Bemerkungen
	Nickel	Kohlenstoff	Mangan	Elasticitätsgrenze pro mm^2	Zerreißfestigkeit pro mm^2	Dehnung auf 102 mm	Contraction	Elasticitätsgrenze pro mm^2	Zerreißfestigkeit pro mm^2	Dehnung auf 102 mm	Contraction	Elasticitätsgrenze pro mm^2	Zerreißfestigkeit pro mm^2	Dehnung auf mm 203	Dehnung auf mm 102	Contraction	Elasticitätsgrenze pro mm^2	Zerreißfestigkeit pro mm^2	Dehnung auf mm 203	Dehnung auf mm 102	Contraction	
	%	%	%	kg	kg	%	%	kg	kg	%	%	kg	kg	%	%	%	kg	kg	%	%	%	
1	1·0	0·42	0·58	—	—	—	—	43·0	86·0	1·5	9·5	50·5	90·7	—	11·0	24·0	47·4	86·6	—	18·7	45	
2	2·0	0·90	0·50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	gibt bei Rothgluth gehärtet Werkzeugstahl
3	3·0	0·35	0·57	31·17	54·9	2·5	5·6	37·7	54·9	2·5	9·0	49·4	80·3	—	20·3	37·6	44·09	76.37	—	20·3	42·0	
4	3·0	0·60	0·26	—	—	—	—	—	—	—	—	46·2	81·8	9·0	10·1	9·0	47·75	67·55	7·5	9·0	12·0	
5	4·0	0·85	0·50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	wie bei 2
6	4·7	0·22	0·23	—	—	—	—	—	—	—	—	39·5	63·7	17·7	23·4	42·0	44·0	63·9	20·0	25·0	44·8	
7	5·0	0·30	0·30	—	—	—	—	—	—	—	—	47·2	73·0	10·0	12·5	22·5	44·1	67·1	15·0	17·5	18·5	
8	5·0	0·50	0·34	—	—	—	—	—	—	—	—	48·9	81·8	14·0	15·6	14·0	51·17	73·6	13·5	14·0	17·6	
9	10·0	0·50	0·50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	gibt in kaltem Luftstrahl gehärtet einen Schneidstahl
10	25·0	0·27	0·85	—	—	—	—	—	—	—	—	60·1	80·9	10·5	11·7	—	20·07	72·1	29·0	30·0	28·6	
11	25·0	0·82	0·52	—	—	—	—	—	—	—	—	35·6	74·9	43·5	47·6	60·0	23·7	66·2	40·0	45·3	43·6	
12	49·4	0·35	0·57	—	—	—	—	—	—	—	—	32·27	58·8	—	12·0	24·0	33·0	58·2	—	20	29	

Legierungen mit einem Gehalte bis zu 5% Nickel lassen sich leicht auf Maschinen bearbeiten, nickelreichere sind etwas schwieriger bearbeitbar.

Einprocentiger Nickelstahl ist gut schweißbar, aber mit zunehmendem Nickelgehalte verringert sich diese Eigenschaft.

Über die Festigkeitseigenschaften der Eisennickel-Legierungen gibt nebenstehende Tabelle einigen Aufschluss.

Man ersieht aus der Probe 6, wie namhaft die Festigkeit des Materiales bei 4·7% Nickelzusatz steigt, das 63*kg* Zerreißfestigkeit und 23% Dehnung besitzt, während beim weichen Stahl von 0·22% C Gehalt diese Ziffern etwa 48 und 23 betragen.

Trotz der hohen Steigerung der Festigkeit bleibt noch eine bedeutende Zähigkeit dem Material eigen. Im allgemeinen wächst nach Riley die Härte mit dem Nickelgehalte, bis dieser 20% beträgt; dann tritt plötzlich eine auffallende Wendung ein, der Stahl wird weicher und zäher, wenn der Nickelgehalt noch mehr zunimmt. Sehr auffällig verhält sich in dieser Hinsicht Probe 11, welche trotz des hohen Kohlenstoffgehaltes von 0·82% eine größere Zähigkeit als alle übrigen Probestücke aufweist, in welcher also, wie Riley meint, der Einfluss des Kohlenstoffs durch den hohen Nickelgehalt von 25% gewissermaßen ausgeglichen sei, ähnlich, wie man es bei einem hohen Mangangehalte in Hadfields Manganstahl beobachtet haben will.

Der Einfluss des Glühens äußert sich nicht in wesentlicher Steigerung der Dehnung, auch nicht in nennenswerter Änderung der Festigkeit. Der nur gegossene Nickelstahl (Probe 3) erfährt durch das Ausglühen fast gar keine Veränderung, dagegen wächst seine Zerreißfestigkeit durch das Auswalzen von nahe 55*kg* auf 80*kg* und seine Dehnung von 2·5% auf 20·3%. Die mechanische Bearbeitung scheint also für den Nickelstahl von großer Bedeutung zu sein.

Leider vermisst man bei diesen Versuchen den Einfluss des Härtens in Öl, Wasser etc. Die amerikanischen Nickelstahlplatten werden in Öl gehärtet und es ist anzunehmen, dass durch diesen Process, ähnlich wie bei reinem Stahl, die Festigkeit gesteigert und die Dehnung herabgesetzt wird. Nichtsdestoweniger könnte dadurch bei der hohen Legierung (25%) noch immer eine genügende Zähigkeit des Materials trotz der außerordentlich gesteigerten Festigkeit, die sich über 70*kg* per mm^2 erhebt, erreicht werden. Allerdings werden die Legierungen mit hohem Nickelgehalte sehr kostspielig, da 1*kg* Nickel etwa 2½ bis 3 fl. kostet.

IV. Compound-Panzerplatten [1]).

1. Aus Stahl und Eisen [2]).

Die ersten aus Stahl und Eisen zusammengesetzten Panzerplatten wurden nach der Idee des österreichisch-ungarischen Artillerie-Oberlieutenants Thiele 1870 [3]) für die Donau-Monitore aus dünnen Blechen gewalzt. Als die späteren Versuche in Spezia 1876 zeigten, dass Schmiedeeisen-Panzerplatten nicht mehr genügten und Stahlplatten von Schneider in Creuzot in Stücke zerbrochen wurden, machten Camell & Comp. eine Reihe von Versuchen und kamen ebenfalls auf Compound-Panzerplatten (Stahl und Eisen). Das erste damit gepanzerte Schiff war der „Inflexible“.

Herstellung des Paketes.

Diese Operation theilt sich:

1. in die Zubereitung der ausgewalzten Eisenplatte zur Aufnahme des Stahlaufgusses und

2. in das Aufgießen und Anschweißen der Stahlschichte.

Das Anschweißen der Stahlschichte besteht nun darin, dass man die Eigenschaft des flüssigen Stahles benutzt, sich mit der zur Schweißglühhitze gebrachten Eisenplatte zu verbinden, sobald er mit derselben in unmittelbare Berührung gebracht wird; die Operation besteht daher bloß aus dem Aufgießen des Stahls auf die zur Schweißglühhitze erwärmte Eisenplatte.

Die Platte wird in glühendem Zustande vertical in die Grube eingesetzt und der Stahl in mehreren Strömen durch eine Rinne von oben auf die Oberfläche der Platte aufgegossen; hiebei werden die Oxyde, die sich auf der äußeren Fläche der erhitzten Eisenplatte gebildet haben, von dem flüssigen Stahle herabgeschwemmt.

Da die Temperatur des flüssigen Stahles sehr hoch ist, so kommt es vor, dass infolge der Reaction des Stahles diese Oxyde theilweise schmelzen, und, da sie specifisch leichter als der flüssige Stahl sind, bei einigermaßen günstigen Umständen an die Oberfläche gelangen; es ist ferner anzunehmen, dass sich ein Theil dieser Oxyde infolge der

---

[1]) Diese Plattengattung wird hier, trotzdem sie abgethan erscheint, besprochen, weil sie bei Anwendung verschiedener Nickellegierungen und bei der Behandlung nach Tressiders Härteverfahren zu großer Bedeutung gelangen kann.

[2]) Nach der Studie von J. Brink, Lieutenant im russischen Maschinen-Ingenieur-Corps.

[3]) Siehe: „Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Geniewesens“. 1870, 7. Heft.

Reaction des flüssigen Stahles zersetzt, und Kohlenoxyd-Gas bildet, daher Blasen veranlasst, die im Innern der Stahlschicht verbleiben. Die Bewegung des flüssigen Stahles, welche durch das Aufgießen verursacht wird, fördert diese Reaction, da hiedurch die Vermischung der Oxyde mit dem flüssigen Stahle erleichtert wird.

Die Temperatur des aufgegossenen flüssigen Stahles ist so hoch, dass er, an der Oberfläche der Platte hinunterfließend, nicht nur die Oxyde von der Eisenplatte herabschwemmt, sondern auch das Eisen der Platte an jenen Stellen, wo der Stahl hinunterfließt, zum Schmelzen bringt und mit sich fortreißt. Bruchstücke von Compoundplatten, welche dem oberen Ende der Platte entnommen wurden, zeigen ganz deutliche Spuren jener Stellen, an denen der flüssige Stahl hinabfloß; es sind förmliche Rinnen, welche durch den Stahl in der Oberfläche der Eisenplatte ausgewaschen wurden.

Es sei hier bemerkt, dass insbesondere in diesen Rinnen die Schweißung und Vereinigung des Stahles mit dem Eisen am vollkommensten ist; hier sind nicht die geringsten Blasen wahrzunehmen, während sie auf den erhabenen Stellen vorkommen. Dies rechtfertigt die Annahme, dass die hohe Temperatur allein nicht genügt, um die Oberfläche der Eisenplatte von den Oxyden zu reinigen; es muss noch die Bewegung der flüssigen Metallmasse dazukommen, um diese Oxyde hinunterzuspülen.

Der Umstand, dass auf den von den Oxyden nicht vollkommen gereinigten Stellen Blasen vorgefunden wurden, erlaubt den Schluss, dass die Oxyde auf den Stahl reagieren, d. h. mit Hilfe des in dem Stahl vorhandenen Kohlenstoffes Gase neu bilden. Die Schweißung findet daher zwar auch an diesen Stellen statt, es bilden sich aber die erwähnten Blasen. Diese Blasen sind nicht groß, auch ist in deren Vertheilung eine gewisse Regelmäßigkeit wahrnehmbar.

Man kann daher annehmen: 1. dass an dieser Stelle der Eisenplatte nur eine geringe Oxydschichte zurückblieb, und 2. dass die Bildung der Gase, welche diese Blasen hervorriefen, sehr langsam vor sich gieng, weil sich die Gase weder an die Oberfläche des flüssigen Stahles hinausarbeiten, noch auch untereinander vereinigen konnten.

Vorbereitung der eisernen Platte für den Stahlaufguss.

Die eiserne, auf die schon geschilderte Art hergestellte Platte, von einer Länge, die für die Bildung von zwei Compound-Panzerplatten-Paketen genügt, wird, nachdem sie unter einer Presse geradegerichtet wurde, erkalten gelassen und quer in zwei Theile geschnitten; jeder

dieser dient als Grundlage für ein Compound-Panzerplatten-Paket und muss vorgerichtet werden; dies geschieht bei Camell und bei Brown verschieden.

Verfahren bei Camell.

Die Schmiedeeisenplatte, welche an den Rändern geradlinig beschnitten wurde, erhält stählerne Randleisten aufgeschraubt, welche der Dicke des Stahlaufgusses entsprechen.

Nachdem die Platte in einem Schweißofen erhitzt wurde, gelangt sie in die Gießgrube, in welcher sie auf einer Seite (mit den Randleisten) gegen eine gusseiserne Coquillenplatte gelehnt wird, während man sie auf der anderen Seite mit fest gestampftem Lehm und Sand verschüttet. In den so geschaffenen Hohlraum wird der Stahl eingegossen.

Das Anbringen der Leisten erfordert, dass die gewalzte Schmiedeeisenplatte auskühlen gelassen wird. Um dies zu vermeiden, legt Camell die heiße, ausgewalzte schmiedeeiserne Platte in einen gusseisernen Kasten, in welchem sie so eingebettet wird, dass der für die Stahlschichte erforderliche Hohlraum geschaffen wird. Mit dieser Armierung gelangt nun die Platte in die Gießgrube zum Aufgießen des Stahls.

Verfahren von John Brown & Comp.

Die Compoundplatte dieses Systems besteht aus drei Schichten, u. zw. einer sehr dünnen Deckschichte aus weichem Stahl ($^1/_2$ bis $^1/_3$ der ganzen Stahllage), der harten Stahlschichte und der Schmiedeeisenplatte. Letztere und die gewalzte dünne Deckplatte werden mit Randleisten so verbunden, dass der für den Stahleinguss erforderliche Hohlraum entsteht; in die Schmiedeeisenplatte eingesetzte Stahlbolzen steifen die Deckplatte ab. Dieses zusammengesetzte Plattenpaket wird im Schweißofen erhitzt, dann in die Gießgrube gesetzt, wo man es mit der Deckplatte gegen eine Coquillenplatte lehnt und sonst mit Erde umstampft, wonach der Einguss des Stahles in den Hohlraum erfolgt.

Das Aufgießen des Stahles.

Zum Stahlaufguss nimmt man entweder Bessemerstahl oder Martinstahl. Es wird als ganz gleichgiltig angesehen, welche von diesen zwei Stahlgattungen genommen wird, indem die Versuche bewiesen haben, dass die Stahlgattung, inwieweit sie von der Erzeugungsmethode abhängt, die Qualität der Platte nicht beeinflusst.

In Camells Fabrik wurde der Stahlaufguss bis zum Monate Mai 1882 ausschließlich aus Martin-Stahl hergestellt, weil keine Bessemeranlage vorhanden war. Von September 1882 angefangen wurden die Platten in einer Hütte hergestellt, wo eine Bessemerei bestand, weshalb man Bessemerstahl aufgoss.

In den Brown'schen Werken wurde immer bloß Bessemerstahl genommen, aber nur aus dem Grunde, weil derselbe einen höheren Hitzegrad besitzt und sich für die in diesen Werken für die Erzeugung der Compoundplatten angenommene Methode besser eignet als der Martin-Stahl.

Das Aufgießen selbst wird auf folgende Weise vorgenommen: der flüssige Stahl wird aus der Bessemerbirne, oder dem Martin-Ofen, in die Pfanne abgelassen, in dieser an den Ort, wo der Einguss stattfinden soll, geführt, sodann in eine Rinne (Trog) gegossen, die über die Öffnung gestellt ist, durch welche der Stahl in den Zwischenräumen zwischen Eisenplatte und Deckplatte aus Stahl einlaufen soll; durch die in der Rinne befindlichen Löcher fließt nun der Stahl in mehreren Strahlen neben der Oberfläche der Eisenplatte ab.

Dicke der Stahllage. Versuche von Camell 1878 und 1879 ergaben, dass es am vortheilhaftesten ist, wenn die Dicke der Stahllage ein Drittel der ganzen Dicke der Platte beträgt. Der rohe Aufguss in dem Paketo muss $1^1/_2$- bis 3mal so dick sein, wie die Stahllage in der fertig hergestellten Compound-Panzerplatte sein soll. (Bei dicken $1^1/_2$-, bei dünnen 3facher Aufguss.) Von diesen Bedingungen, sowie von den Abmessungen, die die fertige Platte besitzen soll, hängen auch die Dimensionen der Schmiedeeisenplatte ab, welche zu dem Pakete, welches den Stahlaufguss erhalten soll, genommen werden muss.

Auf den Werken von Brown beobachtet man bezüglich der Dicke der ganzen Stahlschichte dieselben Regeln: wegen der Stahldeckplatte jedoch beträgt die Dicke der einzugießenden Stahllage, je nach der Dicke der Deckplatte, nur $^1/_2$ bis $^2/_3$ der Gesammtdicke der Stahllage. Die Deckplatte wird aus einem 225*mm* dicken Blocke aus dem gleichen Stahl erzeugt, wie jener, der zum Aufgusse verwendet wird.

Stahlgattung. Zum Aufguss verwendet man Stahl, der 0·5% bis 0·9% C enthält. Man ist der Ansicht, dass je härter der Stahl ist, desto besser die Panzerplatte wird, obschon anderseits mit der Härte die Schwierigkeiten bei dem Auswalzen und Biegen der Platte sich steigern. Wahrscheinlich sollte die Härte der Stahllage auch noch in einem gewissen Verhältnisse zu der absoluten Dicke derselben stehen; bei sehr dicken Panzerplatten soll die Stahllage weniger als ein Drittel der ganzen Plattendicke betragen, der Stahl aber um so viel härter sein.

Aus den Erprobungen in Preußen hat man entnommen, dass eine Compound-Panzerplatte, deren Stahllage nur 0·4% C enthielt, gegen eine gute Panzerplatte aus Eisen keinen Vorzug besaß; wenn der C-Gehalt des Stahles auf 0·5% stieg, so erwies sich die Platte um 12 bis 15% besser als eine gute Eisenplatte, und bei 0·6% C-Gehalt erzielte man ganz vorzügliche Resultate.

Aus dem Vergleiche der Resultate der Erprobungen verschiedener Compound-Panzerplatten englischer Fabriken mit den Stahlplatten der Werke zu Creuzot, zu welchen stets Stahl von 0·43% C genommen wird, lässt sich schließen, dass das Eindringen der Geschosse in die Compoundplatten nur dann geringer war, als das Eindringen in die ganz aus Stahl erzeugten Platten, wenn der Kohlenstoff-Gehalt der Stahllage mindestens 0·7% war. Nächst dem Kohlenstoff-Gehalte beeinflussen auch andere Elemente die Qualität des Stahles.

Die chemische Zusammensetzung des Stahles zeigt folgende Tabelle.

Platte	C	Si	Mn	P	S	Cu
	%	%	%	%	%	%
Platten von Camell 1892, welche in Preußen vorzügliche Resultate gegeben.						
Mittleres Resultat	0·573	0·173	0·617	0·054	0·046	0·026
Camell-Platte 305*mm* 1892 in Petersburg erprobt	0·97	.	.	.	.	.
Camell-Platte in Preußen erprobt 252*mm*	0·75	0·181	1·450	0·063	0·052	0
Camell-Platte in Portsmouth 252*mm* dick für Russland erprobt	0·66	0·10	0·93	0·03	0·05	0·02

Die mittlere Zerreißfestigkeit des Stahles aus verschieden dickem Plattenmaterial beträgt 61·2*kg* bis 76·9*kg*.

Die Dehnung ist ganz unbedeutend, sie bewegt sich zwischen 0·2% bis zu 2% der Länge, bei 203*mm* langen Probestäben.

Auswalzen des Compound-Paketes.

Das Compound-Paket wird beiläufig ½ Stunde nach dem Aufgießen des Stahles aus der Grube gehoben und behufs Anwärmens in den Schweißofen eingesetzt. Das Anwärmen muss auf die Art geschehen, dass der Stahl nicht zu viel, gleichzeitig aber das Eisen genügend er-

wärmt wird. Zu diesem Zwecke wird das Paket mit der Stahlseite nach unten in den Ofen eingesetzt.

Nachdem es genügend erwärmt ist, wird dasselbe unter denselben Walzen, unter welchen die Schmiedeeisenplatte bearbeitet wurde, gewalzt; es waltet hier nur der Unterschied ob, dass die Walzen nach jedem Passieren der Platte weniger verstellt werden, als bei dem Auswalzen der Eisenplatte, weil man sich hütet, das Paket zu sehr zu erwärmen. Da das Zusammendrücken des Paketes bei dem jedesmaligen Passieren der Walzen nur gering ist, so wird es nothwendig, das Paket noch einmal, je nach der Höhe manchmal auch noch zweimal, anzuwärmen. Bei dünnen Platten hört man mit dem Walzen auf, wenn die Platte bei der kirschrothen Hitze angelangt ist.

Nach dem Auswalzen wird sie behufs des Ausrichtens, oder des Biegens nach Schablonen, unter die Presse gebracht. Bei complicierten Krümmungen reicht die Hitze, die die Platte nach dem Auswalzen noch besitzt, nicht aus, ihr die gewünschte Form zu geben; solche Platten werden daher noch einmal bis zur Rothglühhitze angewärmt, u. zw. entweder in einem Schweißofen mit abnehmbarer Decke, wie bei Brown, oder auf einem offenen Herde, wie bei Camell. Letzteres kann jedoch auf einmal nicht vollkommen geschehen, muss daher wiederholt werden.

Nach dem Richten werden die Platten beschnitten.

2. Aus Stahl und Flusseisen.

Da Flusseisen dem Schweißeisen überlegen ist, empfiehlt sich auch im Compound-Material das erstere an Stelle des letzteren.

Die Erzeugung kann nun in mannigfaltiger Weise vorgenommen werden, u. zw.:

a) Man walzt eine Flusseisenplatte aus, gießt den Stahl in gleicher Weise, wie unter 1) beschrieben wurde, auf und unterzieht dieses Compound-Material den weiteren bekannten Bearbeitungen.

b) Es wird in eine Coquille ein Block von der zwei- bis dreifachen Dicke der ausgewalzten Platte aus zwei Schichten gegossen, indem man zuerst das Flusseisen eingießt, während der Raum für den Stahl durch ein gusseisernes Stück ausgefüllt wird. Sobald das Flusseisen genügend stark am Umfange erstarrt ist, sich also auch etwas zusammengezogen hat, wird das gusseiserne Stück herausgezogen und der bereitgehaltene Stahl eingegossen. Die Schweißung erfolgt hier besser als bei der alten Methode, weil die noch im Kerne flüssige Flusseisenschichte eine höhere Temperatur besitzt, als die dem Schweißofen entnommene Schweißeisen-

platte, mit der bis zum wirklich erfolgenden Aufgusse des Stahls noch zeitraubende Operationen vorgenommen werden müssen, welche zur Abkühlung und Bildung von Oxyden an der Oberfläche beitragen. Der so erhaltene Roh-Compoundblock wird dann der weiteren Bearbeitung unter dem Hammer oder der Presse unterzogen und ausgewalzt. Er kann auch zweckmäßig ohne jede weitere Bearbeitung in gleicher Weise wie Rohflusseisen (nur in Coquillen gegossene Blöcke) zur Abpflasterung verwendet werden, denn bei einer in Österreich-Ungarn erfolgten Beschießung derartiger Blöcke mit Stahlgeschossen (senkrecht und schräg zur Stirnfläche) blieben die entstandenen Risse in der Stahlschichte und pflanzten sich nicht in das Flusseisen fort. Gewalzte derartige Compoundplatten zeigten im Bruche ein vollkommenes Schweißen beider Schichten, zwischen den nicht im geringsten eine markierende Trennungslinie zu bemerken war. Es bildet sich allem Anscheine nach durch Wanderung des Kohlenstoffes eine Übergangsschichte von mittelhartem Stahl

c) Man gießt zuerst die Stahlschichte, und dann das Flusseisen auf, wobei letzteres mit seiner höheren Schmelztemperatur imstande ist, den Stahl aufzulösen, und so eine innige Schweißung hervorzurufen. Die weitere Bearbeitung ist dieselbe, wie früher erwähnt.

d) In die Coquille wird eine entsprechend dicke Stahlblechwand, die erhitzt wird, dort eingesetzt, wo beide Schichten des Compoundblockes zusammentreffen sollen (Witkowitzer Methode). Nun gießt man gleichzeitig auf der einen Seite das Flusseisen, auf der andern den Stahl ein, welche Materialien das Stahlblech zum Theile auflösen, und sich mit demselben verschweißen. Ist das Blech zu schwach, so erfolgt dessen gänzliche Auflösung in der Mitte, worauf sich Stahl und Flusseisen mengen und kein Compoundblock gebildet wird; bei zu großer Stärke des Bleches tritt eine mangelhafte Schweißung ein. An den Rändern erfolgt keine Schweißung, weshalb der Block bedeutend breiter gegossen werden muss, um die mangelhaften Ränder entfernen zu können. Die Coquille für diese Erzeugungsweise ist zweitheilig und derart construiert, dass das Scheideblech eingeklemmt werden kann. Die weitere Verarbeitung des Roh-Compoundblockes erfolgt wie gewöhnlich.

Bei den besprochenen Methoden tritt eine Wanderung des Kohlenstoffes aus der harten Schichte in die weiche ein, u. zw. in größerem Maße, als dies schon bei den alten Compound-Panzerplatten zu beobachten war. Krupp vermeidet dies durch Anwendung eines Scheideblechs aus Nickel, das beiderseits mit Eisenblechen durch Zusammenwalzen verschweißt wurde; die Nickelschicht hält die Kohlenstoffwanderung auf.

V. Panzerplatten mit Oberflächenhärtung.

Seit Gruson in Magdeburg einen Panzer aus Hartguss mit sehr harter Oberfläche herstellte, an welcher die früheren Stahlgeschosse zerschellten, versuchte man in einzelnen Werken die Stahlschichte der Compoundplatten durch Härten im Wasser auf den Härtegrad der Stahlgeschosse zu bringen, um diesen, in ähnlicher Weise wie beim Hartguss, das Eindringen zu verwehren und sie zum Zertrümmern zu bringen. Schon die durch die Härteschichte hervorgerufene Deformation der Spitze verhindert das Geschoss am tiefen Eindringen, weil die bei unverletzter Spitze vorhandene Keilwirkung sich nicht geltend machen kann. Trotz dieser Versuche kam es zu keiner Anwendung der so gehärteten Panzerplatten.

Da trat Harvey in Amerika mit einer wohl bekannten, aber bei Panzerplatten noch nicht zur Anwendung gekommenen Härtemethode hervor. Er führte der verhältnismäßig weichen Panzerplatte an der zu beschießenden Seite Kohlenstoff durch Cementation auf mehrere Centimeter Tiefe zu und brachte die so hergestellte Stahlschichte durch rasche Abkühlung in Wasser oder Öl auf die gleiche oder bedeutendere Härte als die der Stahlgeschosse. Letztere zerbrachen an der harten Oberfläche der Platten, wie den amerikanischen Versuchen im Jahre 1891 zu entnehmen ist. Allerdings kam dieser Härtemethode die Anwendung von Nickelstahl zugute, da Nickel die durch den wachsenden Kohlenstoffgehalt gesteigerte Sprödigkeit vermindert.

Cementieren des Eisens. Schmiedbares Eisen nimmt Kohlenstoff bei der Berührung mit kohlenstoffhaltigen Körpern bereits bei sehr niedrigen Temperaturen auf, welche Glühhitze noch nicht zu erreichen brauchen. Die Kohlung geht um so schneller vor sich, je höher die Temperatur, je inniger die Berührung, und je länger die Zeitdauer der Einwirkung ist.

Cementieren mit festem Kohlenstoff. Fester Kohlenstoff im amorphen Zustande, in der Form der Holzkohle, Steinkohle etc., aber auch im krystallisierten Zustande, z. B. als Diamant, wirkt kohlend auf festes Eisen bereits bei einer Temperatur ein, welche noch unterhalb der Rothgluth liegt. Der Kohlenstoff theilt sich, so lange keine Schmelzung stattfindet, dem Eisen allmählich von außen nach innen mit, u. zw. so fortschreitend, dass die mehr nach außen liegende Schichte reicher daran ist, als die mehr nach innen liegende, was ein Beweis dafür ist, dass zu dieser Mittheilung des Kohlenstoffes (Molecular-Wanderung) eine gewisse Zeit erforderlich ist.

Wird z. B. Eisen von 0·1% Kohlenstoffgehalt bei einer Temperatur erhitzt, welche Kupferschmelzhitze nicht überschreitet, so scheint ein Product zu entstehen, welches nicht mehr als 1·9% C besitzen kann. Einige Zeit nach Beginn des Processes zeigen die äußeren Theile 0·3% C, allmählich steigt der Gehalt. Ist an der Rinde 1·9% C erreicht, so findet keine höhere Kohlung mehr statt; aber es kohlt sich das ganze Stück bis in den Kern hinein auf diesen Grad. Steigert man die Temperatur höher, so beginnt auch in derselben Weise eine entsprechend höhere Kohlung von außen nach innen einzutreten.

Ein fein vertheilter amorpher Kohlenstoff, wie er sich in der Holzkohle oder in verkohlten organischen Stoffen, z. B. Zucker, befindet, wirkt am schnellsten kohlend ein; schwieriger der dichtere Kohlenstoff der Steinkohle, oder des Coaks; am schwierigsten Graphit.

Kohlenoxyd und Kohlenwasserstoff kohlen ebenfalls glühendes Eisen.

Cyan zersetzt sich mit Eisen bei Temperaturen, welche noch weit unter Rothgluth liegen, lebhaft unter Abgabe von Kohlenstoff. Gerade wie Cyan wirken die bei der Erhitzung stickstoffhaltige Kohle liefernden thierischen Substanzen, wie Hörner, Klauen u. dgl. mehr.

Oberflächenhärtung der Panzer nach H. A. Harvey. H. A. Harvey in Orange, New-Jersey, benützt die Cementierung des Eisens zur Herstellung harter Oberflächen an den Panzern, u. zw. von Stahl- oder Nickelstahl-Platten. Es ist selbstverständlich, dass man auch gewalztes Flusseisen und Flusseisenguss auf diesem Wege mit einer harten Oberfläche versehen kann.

Die Ausführung geschieht nach Harveys Angabe in folgender Weise: Die aus kohlenstoffarmem Stahl bestehende, zum Gebrauche fertige Platte (an den Rändern beschnitten und gehobelt) wird in einen Glühofen in feinen Sand oder Thon so weit eingebettet, dass die zu härtende Seite mit ihrer Oberfläche nur bis zu etwa ein Drittel der Plattendicke darüber hinausragt. Dann wird die Platte mit einer 10 bis 35*cm* hohen Schichte, aus hartem Holz gebrannter, feinkörniger Kohle bedeckt, diese festgestampft und, nachdem eine Lage feinen Sandes oder Thons darauf gebracht worden, mit einer schweren Schichte feuerfester Steine belastet. Der Ofen wird nun bis zur Schmelzhitze des Gusseisens erhitzt und in dieser Temperatur eine solche Zeit lang erhalten, dass die Kohlenanreicherung des Stahls die beabsichtigte Tiefe erreicht. Harvey nimmt an, die Platten bis auf ein Drittel der Dicke zu kohlen. In 120 Stunden wurde eine Platte auf etwa 75*mm* Tiefe von 0·35% C auf 1% C gekohlt.

Das Gewölbe des Ofens ist abhebbar. Nachdem die Kohlung erreicht ist, wird die Platte zur Abkühlung aus dem Ofen genommen, die Kohlenschichte jedoch zur Verhinderung des Luftzutrittes von der Oberfläche nicht entfernt. Erst wenn die Abkühlung bis zur Dunkelrothgluth erfolgt ist, wird auch die Kohle heruntergenommen, worauf sofort die energische Abkühlung der zu härtenden Stirnfläche der Platte durch Hinaufleiten kalten Wassers oder Salzwassers, oder durch Eintauchen der Platte in mäßig fließendes Wasser, herbeigeführt wird. Die Begießung währt einige Stunden.

Die so hergestellten Platten, u. zw. aus Nickelstahl, haben bei der schon erwähnten Beschießung in Amerika vorzüglich entsprochen. Eine Platte mit 0·35% C Gehalt und 3% Nickel, auf diese Weise gehärtet, zeigte das beste Verhalten. Die Härteschichte erreicht den Härtegrad der besten Stahlgeschosse; diese wurden an der Platte vollkommen in kleine Stücke zerschlagen, auch verschweißt sich häufig die Geschosspitze mit der Platte. Ähnlich hat eine niedriger gekohlte Nickelstahlplatte, mit 0·24% C und 3% Ni, aber nach Harvey gehärteter Oberfläche ein sehr gutes Verhalten gezeigt; diese Platte erhielt auch die am wenigsten schädlichen Sprünge, was aber wohl der weichen Rücklage zuzuschreiben war.

Das Verfahren Harveys kann selbstverständlich auch bei gewöhnlichen Flusseisen- und Stahl-Panzern, ohne Nickelzusatz, zur Oberflächenhärtung angewendet werden; es wurde auch bei dem amerikanischen Schießversuche eine reine Stahlplatte, in dieser Weise gehärtet, erprobt. Sie war wohl unter den erprobten sechs Platten am geringwertigsten, zeigte aber dennoch eine nicht unbedeutende Widerstandsfähigkeit; sie hatte 0·26% Kohlenstoff. (Bei Landbefestigungen, in welchen die Panzer schräg gestellt werden, wird man von derartigen harveysierten Stahl- oder besser noch Flusseisenplatten erfolgreich Gebrauch machen können.) Das weniger gute Verhalten dieser ohne Nickelzusatz erzeugten Platte erklärt sich durch die geringere Zähigkeit der Härteschichte und weichen Schichte, welche namentlich bei hohem Kohlengehalte nur durch Nickelzusatz erreicht werden kann. Noch günstiger dürften sich derartige Platten verhalten, wenn ein wesentlich höherer Nickelgehalt gewählt wird, der — wie die früher gebrachte Tabelle über Nickellegierungen belehrt — die Zähigkeit wesentlich erhöht, aber allerdings die Kosten auch bedeutend steigert.

Oberflächenhärtung der Panzer nach Tressidders Verfahren. Tressidder härtet die nach dem schon bekannten Ver-

fahren hergestellten Compoundplatten, deren Stahlschichte mit hohem Kohlenstoffgehalt — wahrscheinlich 1% — gewählt wird, ähnlich wie Harvey im Wasser, wodurch eine dem harten Stahlgeschosse ebenbürtige Härte erreicht wird. Tressidder setzt daher seine Platten aus zwei Schichten zusammen, gibt also der harten Schichte schon von Haus aus den nothwendigen hohen Kohlenstoffgehalt, der bei Harvey erst durch das zeitraubende und kostspielige Cementieren erreicht wird.

Außerdem wendet Tressidder ein verbessertes Kühlverfahren an. Sein Kühlverfahren geht von der bekannten physikalischen Erscheinung aus, dass sich an der Oberfläche eines glühenden Metalls beim Kühlen im Wasser eine Dampfschichte bildet, welche bei unbewegtem Kühlwasser eine ruhende, die unmittelbare Berührung von Wasser und Metall verhinderndo Zwischenschicht bildet. Dieso muss naturgemäß eine energische Abkühlung beeinträchtigen; da aber hievon der zu erzielende Härtegrad des Stahls abhängt, so läuft das Tressidder'sche Verfahren darauf hinaus, die sich bildende Dampfschichte im Augenblick ihres Entstehens fortzuwaschen und so die Kühlflüssigkeit beständig in unmittelbare Berührung mit dem Metall zu bringen. Er erreicht dies dadurch, dass er über der zu härtenden Platte in gewissen Abständen ein System von Röhren lagert, die an der der Platte zugekehrten Seite siebartig durchlöchert sind; durch diese Röhren wird nun kaltes Wasser mit einem Druck von mehr als fünf Atmosphären als Sprühregen auf die Platte geschleudert, wodurch aller Wasserdampf sofort verschwindet. Wird die Bespritzung der Platte an beiden Flächen gleichzeitig vorgenommen, so bleibt sie gerade; bei einseitiger Berieselung wirft sie sich. Dieses Werfen betrug bei einer 25*cm* dicken, 1·2*m* langen Platte als Durchbiegung 10*mm*. Wölbt man die Platte vor dem Begießen entgegengesetzt um dieses Maß, so streckt sie sich beim Begießen gerade.

Allem Anscheine nach wählt Trossidder, um trotz der Härtung im Wasser dem Material noch eine genügende Zähigkeit zu bewahren, ebenfalls Nickelstahl. Der Nickelzusatz kann entsprechend dem verschiedenen Kohlenstoffgehalte in beiden Schichten der Compoundplatten ungleich gewählt, daher, ohne allzugroße Kosten, in der Härteschichte sehr hoch genommen werden.

Das Cementieren der Oberfläche und darauf folgende Abschrecken lässt sich auch bei den Panzerungen aus Flusseisenguss vornehmen, was deren Widerstandsfähigkeit wesentlich erhöhen würde.

VI. Hartguss-Panzer.

Bis vor ungefähr einem Jahrzehnt galt der Hartguss als das beste Panzermaterial für Landbefestigungen, deren Thürme und Casematten sich aus diesem Material in einfachster Weise, ohne Anwendung von Schrauben und Nieten, herstellen ließen. Diese Überlegenheit des Hartgusses über die anderen Panzer-Materialien erhielt sich nur so lange, als die Härteschichte des Hartgusses von den noch nicht genügend harten Stahlgeschosspitzen nicht verletzt werden konnte. Mit der Steigerung der Härte der Stahlgeschosse — namentlich der Chromstahlgeschosse — nahm die Widerstandsfähigkeit des Hartgusses gegen senkrecht auftreffende Geschosse bedeutend ab, und man sah sich veranlasst, die Hartgusstücke mit der Außenfläche derart schräg anzuordnen, dass die Spitzen der Geschosse nicht greifen konnten. In dieser Form gewährt der Hartguss auch noch heute ein bedeutendes Widerstandsvermögen und wird — namentlich in Deutschland und Frankreich — gegenwärtig sehr gerne als undeformierbares Vorpanzer-Material benutzt. Auch für Küstenbefestigungen findet er noch häufig — in Italien und Holland — Anwendung. Dort, wo er nicht directe beschossen werden kann — wie bei gedeckten Mörserkuppeln — wird man ihm noch mit Recht ebenfalls eine Verwendung einräumen müssen.

Im allgemeinen erfordert der Hartguss-Panzer große, schwere Theile, aus denen das Panzerobject zusammenzusetzen ist; kleine Stücke zerspringen allzu leicht. So wendet das Gruson-Werk bei Binnenland-Befestigungen für Objecte, die directe beschossen werden können, keine leichteren als etwa 200 bis 300*q* schwere, und bei Küstenbefestigungen 500 bis 800*q* schwere Stücke an. Letztere, 800*q*, als Plattenstücke der italienischen Küsten-Panzerthürme, hielten mehrere Treffer mit 1.000*kg* schweren Stahlgeschossen (14.700*mt*) aus, Eine Mörserkuppel aus Hartguss von nicht ganz 60*q* Gewicht (aus Leobersdorf) widerstand mehreren Bombentreffern aus dem 21*cm* Mörser vollkommen; sie zeigte nicht die geringste Verletzung nach fünf Bombentreffern.

Material. Gewisse Roheisensorten mit nicht allzu beträchtlichem Siliciumgehalte besitzen die Eigenschaft, bei langsamer Abkühlung mit vollständig grauer, bei rascher Abkühlung dagegen mit weißstrahliger Bruchfläche zu erstarren. Dieses weißstrahlige Eisen besitzt eine sehr bedeutende Härte, die nur von sehr hartem Stahl übertroffen wird. Weiche Stahlgeschosse werden an der Härte eines derartigen Eisens vollkommen plattgedrückt. Gießt man aus dem oberwähnten Eisen dickere Stücke in Gussformen, welche ihm rasch Wärme entziehen, also z. B.

aus Gusseisen gefertigt sind, so erhält man Abgüsse mit weißstrahliger harter Kruste und grauem Kerne, da die Erstarrung da, wo das Metall mit der Gussform in Berührung trat, plötzlich, im Innern aber allmählicher erfolgt. Die Strahlen des Gefüges sind auch hier, wie bei gewöhnlichem Weißeisen, rechtwinkelig gegen die Abkühlungsflächen gerichtet und gehen bei gutem Hartguss ganz allmählich in das körnige Gefüge des grauen, graphithältigen Eisens über. Das so hergestellte Gusseisen — mit harter Oberfläche — heißt Hartguss, Schalenguss, oder Coquillenguss.

Nur dort, wo der Panzer hart zu sein hat, also an der Außenseite, erfolgt der Guss auf eiserne Coquillen: alle anderen Flächen sind beim Gusse von Sand-, Masse-, oder Lehmformen begrenzt.

Das Maß der Härtung, d. i. die Stärke der entstehenden weißen Kruste, ist von verschiedenen Umständen abhängig. Je dicker die Wandstärke der Coquille im Verhältnisse zur Dicke des Abgusses ist, desto rascher wird das eingegossene Metall abgekühlt, desto stärker fällt die Härtung aus. Je weniger hoch das eingegossene Metall über seinen Schmelzpunkt erhitzt war, desto rascher kommt es zum Erstarren, desto bedeutender wird die Härtung. Auch die Form der Härtungskruste wird durch die Temperatur des flüssigen Metalls beeinflusst. Wird letzteres zu heiß gegossen, so bildet sich eine scharf begrenzte harte Kruste, ohne Übergang in den grauen Kern, welche bei Stößen leicht abspringt. Es soll also in möglichst niedriger Temperatur gegossen werden; hierbei verläuft die Erstarrung gleichmäßiger von außen nach innen und die Härteschichte reicht mit einzelnen sich verlaufenden Strahlen in die graue Schichte hinein.

Die Coquillen werden mäßig angewärmt. Dies verhindert einerseits das Zerspringen der Coquillen beim Gusse, und befördert anderseits die allmählichere Erstarrung und somit die Entstehung einer weniger scharf begrenzten Härteschichte.

Die Härteschichte allein gibt dem Hartguss-Panzer noch nicht die große Widerstandsfähigkeit; das Material muss auch eine große Festigkeit im grauen Kerne — der Hauptmasse — besitzen, um den bedeutenden Erschütterungen widerstehen zu können. Es muss daher möglichst reines Eisen, d. i. Holzkohlen-Roheisen bester Qualität, gewählt und in entsprechender Gattierung angewendet werden. Weißes Eisen begünstiget die Bildung der Härteschichte, aber auch die Sprödigkeit; graues Eisen die Bildung der grauen, körnigen Hauptmasse, welche eine entsprechende Zähigkeit und Festigkeit besitzen muss. Beide Sorten werden im Vereine mit Brucheisen — aus altem Hartguss, nach Erfahrung zusammengesetzt — gattiert, und im Cupolofen (Schachtofen)

mit Coaks gemengt, oder im Flammenofen mit der Flamme abgeschmolzen. In neuerer Zeit wird auch gutes Hartgussmaterial aus Coaks-Roheisen gewonnen.

Die höhere Festigkeit des Holzkohlen-Roheisens, das Gruson ausschließlich zur Panzererzeugung nahm, erklärt sich dadurch, dass bei Anwendung von Holzkohlen im Hohofen die Temperatur im Schmelzraume nicht so hoch steigt, wie bei Anwendung von Coaks. Infolge dessen nimmt das Holzkohlen-Roheisen eine geringere Menge fremder Körper, wie Mangan, Silicium, Schwefel etc. auf und erhält außerdem ein feineres Korn. Die Grobkörnigkeit des Coaks-Roheisens kann man übrigens durch mehrfaches Umschmelzen beseitigen. Es gibt verschiedene Coaks-Roheisensorten, welche in Verbindung mit Holzkohleneisen Legierungen geben, welche die Festigkeit des letzteren erreichen.

Die chemische Zusammensetzung ist für die Bildung der Härteschichte und die nöthige Festigkeit von höchster Bedeutung. Vergleicht man die chemische Zusammensetzung solcher Hartgusstücke, welche sich als gut bewährt haben, so zeigt diese, auch wenn die betreffenden Gegenstände zu ganz verschiedenen Zeiten und in ganz verschiedenen Werken gegossen wurden, in den meisten Fällen eine geradezu überraschende Übereinstimmung. Der Kohlenstoffgehalt ist niemals geringer, meistens größer als 3% und pflegt annähernd 3·5% zu betragen; der Siliciumgehalt beträgt fast immer 0·7 bis 0·8%; der Phosphorgehalt geht nicht erheblich über 0·4% hinaus. Nur der Mangangehalt zeigt insoferne Schwankungen, als er von 0·1% in dünnen Abgüssen, mitunter auf 1·3% in dicken Gusstücken steigt. Der Gehalt an Schwefel, Arsen, Kupfer und anderen nur schädlich wirkenden Bestandtheilen soll möglichst gering sein. Nach Ledebur hat Grusons Hartguss-Panzer: 3·03% C, 0.7% Si, 1·1% Mn und 0·41% P. Dessen Hartgusswalzen zeigen: 3·82% C, 0·74 % Si, 1·34% Mn und 0·44% P. Schlechte Hartgusstücke zeigen meist einen zu geringen Kohlen- oder Siliciumgehalt, oder einen zu großen Mangan- und Phosphorgehalt.

Die Gattierung allein ist nicht für die chemische Zusammensetzung maßgebend, indem beim Schmelzen Änderungen in der chemischen Zusammensetzung eintreten; denselben trägt der Gießer durch Probenahme während des Schmelzens Rechnung, nach welcher eventuell die Gattierung durch Zuschlag von mehr weißem oder grauem Roheisen geändert wird.

Der Phosphor bleibt beim Schmelzen unverändert; Silicium und Mangan verbrennen zum Theile im Cupol- und Flammenofen. Am schwierigsten ist die Erzielung des richtigen Kohlenstoffgehaltes, wobei ein verhältnismäßig hoher Kohlenstoffgehalt wünschenswert ist. Im Cupol-

ofen kann das Roheisen noch Kohlenstoff aufnehmen, wenn es von vornherein kohlenstoffarm war und man mit reichlichem Brennstoffzusatze schmilzt; im anderen Falle findet auch wohl eine Verminderung des Kohlenstoffgehaltes statt. Im Flammenofen wird noch häufiger als im Cupolofen eine Abnahme des Kohlenstoffgehaltes nachweisbar sein, namentlich bei einem geringen Mangangehalt. Mangan schützt, indem es selbst verbrennt, den Kohlenstoff vor Verbrennung.

Proben. Während der verschiedenen Abstiche vom Cupolofen werden kleine Probebarren von 6*cm* Höhe, 6*cm* Breite und etwa 25*cm* Länge auf Coquillen gegossen, rasch abgekühlt und gebrochen. Die Bruchfläche gibt dem Gießer Aufschluss über den Gang des Ofens. Die Abstiche werden in einer Pfanne, oder, wenn bei großen Platten zwei Cupolöfen im Gange sind, in zwei stehenden Pfannen gesammelt; zum Schlusse wird die ganze Masse in einen langen und schmalen Sumpf abgelassen, wo sie bis zur Erreichung der richtigen Temperatur beständig gerührt wird, während die Oberfläche mit Holzkohlen bedeckt bleibt. In einer mit dem Sumpfe verbundenen Abflussrinne wird durch Heben einer Schütze das Eisen nach der Gussform geleitet.

Aus dem Sumpfe werden die maßgebenden Proben genommen, u. zw. wird ein Barren von 15*cm* Länge, 15*cm* Breite und etwa 5 bis 6*cm* Dicke auf einer Schmalseite, auf Coquille, dann mehrere über 1*m* lange 5/5*cm* und 8/8*cm* Probestäbe in Sandformen gegossen. Der Probebarren zeigt nach dem Erkalten und Zerschlagen im Bruche die Tiefe der Härteschichte (4 bis 6*cm*) an, während die Stäbe in einer Brechmaschine die Biegungsfestigkeit erkennen lassen.

Festigkeit des Materials. Die Biegungsfestigkeit beträgt 35 bis 35*kg* und selbst mehr auf den *mm*². Die Zerreißfestigkeit wurde mit 20 bis 28*kg* auf den *mm*² ermittelt.

Coquillengröße. Die Coquille, welche durch das einseitige Erhitzen leicht zum Zerspringen gebracht wird, muss eine bedeutende Stärke besitzen. Dies ist auch geboten, damit genügend Masse zur Wärmeaufnahme vorhanden ist. Für die verschiedenen Stücke haben die Fabriken die Coquillengröße nach ihrer Erfahrung festgesetzt (ist Fabriksgeheimnis). Bei sehr stark gebogenen, langen Coquillen beugt man dem Zerspringen durch eine Theilung der Coquille vor. Beide Theile müssen scharf aneinander passen. Die Coquillen halten nur eine beschränkte Anzahl Güsse aus, denn sie werden endlich stark rissig und müssen dann ausgeschieden werden.

Äußeres Aussehen der Platte. Sie ist an der Oberfläche rauh, wellig, hat oft Knollen und kleine Vertiefungen, was für eine gute

Härte spricht; Eisentropfen, die zuerst auf die Coquille gerathen, erhärten rasch und verursachen die Unebenheiten. Zuweilen treten kleine Risse, sogenannte Härterisse — auch Hartborsten genannt — auf, welche nicht immer die Härteschichte durchsetzen und nach mehreren Schießversuchen sich als belanglos erwiesen haben, selbst größere Risse, welche bei ungünstigen Formen, wie z. B. langen, auf getheilten Coquillen gegossenen Vorpanzern, sich ergaben und bis in die weiche Schichte sich fortsetzten, scheinen die Widerstandsfähigkeit nicht beeinflusst zu haben, wie Schießversuche zeigten.

Bearbeitung der Hartgussplatten. Die Platten müssen im Panzerobject gut verspannt sein. Je besser sie aneinanderpassen, desto mehr übernehmen auch die an die getroffene Platte angrenzenden Stücke vom Stoße des Geschosses; alle Auflager und Stoßflächen werden daher mit Fräsmaschinen bearbeitet. Die Maschinen sind von bedeutenden Abmessungen, besitzen einen beweglichen Arm, in dem der Fräsmesserkopf so verstellt werden kann, dass er jeden Punkt der zu bearbeitenden Fläche des vor ihm auf einer eisernen Platte aufgestellten Panzerstückes erreichen kann. Ist dasselbe aufgestellt, so wird es vor Vollendung der Fräsarbeit nicht mehr bewegt, so dass die bearbeitete Fläche auch wirklich genau in einer verticalen oder horizontalen Ebene liegt; doch werden nicht die ganzen breiten Stoßflächen, sondern nur vorstehende schmale Arbeitsleisten gefräst. Zur Bearbeitung der Cylinderflächen, oder der runden, ebenen Streifen an den obern Rändern der Thurmplatten, bewegen sich die Fräser in einem die Kreisbewegung annehmenden Halbmesser, der innerhalb des eventuell mit allen Seitenplatten aufgestellten Thurmes liegt. Die Deckplatten werden am Umfange dadurch bearbeitet, dass sie mit Hilfe eines Rollenkranzes in drehende Bewegung versetzt werden, wobei die Umfangsfläche an einem sich drehenden Fräser vorbeigeht.

BAYERISCHE
STAATS-
BIBLIOTHEK
MUENCHEN

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Leithner, Ernst <<von>>,

Die beständige Befestigung und der Festungskrieg

Bd.: 2

Wien 1894

App.mil. 213 k-2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11551413-9